UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE MONTES**

Anatomía comparada de la madera de Cupressaceae y su
correspondencia con los estudios de filogenia

TESIS DOCTORAL

Elena Román Jordán

Ingeniero de Montes

2016

INVESTIGACIÓN FORESTAL AVANZADA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MONTES

**Anatomía comparada de la madera de Cupressaceae y su
correspondencia con los estudios de filogenia**

Elena Román Jordán

Ingeniero de Montes

Directores:

Luis García Esteban

Paloma de Palacios de Palacios

Doctor Ingeniero de Montes

Doctor Ingeniero de Montes

2016

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Tribunal nombrado por el Magfco. y Excmo. Sr. Rector de la Universidad Politécnica
de Madrid, el día.....dede 20.....

Presidente: _____

Vocal: _____

Vocal: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

Suplente: _____

Suplente: _____

Realizado el acto de defensa y lectura de la Tesis el día.....de.....de 20.... en
la E.T.S.I. / Facultad.....

EL PRESIDENTE

LOS VOCALES

EL SECRETARIO

AGRADECIMIENTOS

Quiero dar las gracias a todas aquellas personas que, mediante su colaboración, han hecho posible la realización del presente trabajo:

A los dos directores de esta tesis: a Paloma de Palacios de Palacios, tanto por su dedicación a la hora de corregir y mejorar este manuscrito, como por su crítica y consejos en la elaboración de los artículos; y a Luis García Esteban, por darme la oportunidad de entrar en el mundo de la investigación, por enseñarme todo lo que sé sobre la anatomía de la madera y por el entusiasmo por la ciencia que me ha transmitido.

A Francisco García Fernández, por su ayuda en el manejo del programa informático Mesquite. A mis compañeros de trabajo en el laboratorio, a Lydia García Esteban por enseñarme a hacer las preparaciones microscópicas, y a María Conde y Cristina Simón por compartir conmigo esta experiencia.

A Peter Gasson, por recibirme en el Jodrell Laboratory del Royal Botanic Gardens Kew y permitirme investigar a fondo en los estudios y publicaciones previos de la anatomía de la madera. A todo el equipo científico del Jodrell Laboratory, por ayudarme en todo lo necesario en mi estancia en Londres.

A Rusty Russell, por acogerme en el National Museum of Natural History del Smithsonian Institution, y a todo el equipo científico, en especial a Stanley Yankowski por la ayuda prestada, el cariño y la atención recibida. A Scott Whittaker, por permitirme la utilización del SEM Lab y su indispensable asistencia técnica en el laboratorio.

A la Universidad Politécnica de Madrid, por su apoyo económico durante estos cuatro años para la realización del doctorado y las estancias en el extranjero.

A mi familia y amigos, por compartir mis alegrías y mis desvelos, a Ignacio Del Val, por ser mi apoyo incondicional, y a Miguel.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Anatomía de maderas	3
1.1.1. Introducción	3
1.1.2. Los estudios anatómicos más relevantes.....	4
1.1.3. Los avances tecnológicos y su implicación en el estudio anatómico de la madera	6
1.2 Filogenia.....	7
1.2.1. Introducción	7
1.2.2. Conceptos básicos	7
1.3. La anatomía de la madera y los estudios de filogenia.....	9
1.3.1 La importancia de Cupressaceae en los estudios filogenéticos y biogeográficos.	11
2. OBJETIVOS	21
3. MATERIAL Y MÉTODOS	22
3.1. Material	22
3.2 Metodología	27
3.2.1. Preparación de las muestras	27
3.2.2. Descripción de las especies. Reproducción fotográfica	30
3.2.3. Equipos empleados	30
3.2.4. Generación de las fichas descriptivas	33
3.2.5. Identificación de caracteres ancestrales y sinapomorfías	33
3.2.6. Abreviaciones	33
4. RESULTADOS.....	37
4.1. Fichas descriptivas	37
4.1.1.- Anatomía de la madera del género <i>Actinostrobus</i> Miq. (1845).	37
4.1.1.1. <i>Actinostrobus acuminatus</i> Parl.	37
4.1.1.2. <i>Actinostrobus arenarius</i> C. A. Gardner	38
4.1.1.3. <i>Actinostrobus pyramidalis</i> Miq.	39
4.1.2.- Anatomía de la madera del género <i>Athrotaxis</i> D. Don (1838).	46
4.1.2.1. <i>Athrotaxis cupressoides</i> D. Don	46
4.1.2.2. <i>Athrotaxis laxifolia</i> Hook.	47
4.1.2.3. <i>Athrotaxis selaginoides</i> D. Don	47
4.1.3.- Anatomía de la madera del género <i>Austrocedrus</i> Florin et Boutelje (1950).	54
4.1.3.1. <i>Austrocedrus chilensis</i> (D. Don) Pic. Serm. & Bizarri	54
4.1.4.- Anatomía de la madera del género <i>Callitris</i> Ventenat (1808).	59
4.1.4.1. <i>Callitris baileyi</i> C. T. White	59
4.1.4.2. <i>Callitris canescens</i> (Parl.) S. T. Blake	59
4.1.4.3. <i>Callitris columellaris</i> F. Muell.	60

4.1.4.4. <i>Callitris drummondii</i> (Parl.) F. Muell.	62
4.1.4.5. <i>Callitris endlicheri</i> (Parl.) F. M. Bailey	63
4.1.4.6. <i>Callitris macleayana</i> (F. Muell.) F. Muell.	64
4.1.4.7. <i>Callitris monticola</i> J. Garden	65
4.1.4.8. <i>Callitris muelleri</i> (Parl.) Benth. & Hook. f. ex F. Muell.	66
4.1.4.9. <i>Callitris neocaledonica</i> Dummer	66
4.1.4.10. <i>Callitris oblonga</i> Rich. & A. Rich.	67
4.1.4.11. <i>Callitris preissii</i> Miq.	68
4.1.4.12. <i>Callitris rhomboidea</i> R. Br. ex Rich. & A. Rich.	69
4.1.4.13. <i>Callitris roei</i> (Endl.) F. Muell.	71
4.1.4.14. <i>Callitris sulcata</i> (Parl.) Schltr.	71
4.1.4.15. <i>Callitris verrucosa</i> (A. cunn. ex Endl.) F. Muell.	72
4.1.5.- Anatomía de la madera del género <i>Calocedrus</i> Kurz (1873).	81
4.1.5.1. <i>Calocedrus decurrens</i> (Torr.) Florin	81
4.1.5.2. <i>Calocedrus formosana</i> (Florin) Florin	83
4.1.5.3. <i>Calocedrus macrolepis</i> Kurz	84
4.1.6.- Anatomía de la madera del género <i>Chamaecyparis</i> Spach (1841).	91
4.1.6.1. <i>Chamaecyparis formosensis</i> Matsum.	91
4.1.6.2. <i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A. Murray bis) Parl.	92
4.1.6.3. <i>Chamaecyparis obtusa</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	97
4.1.6.4. <i>Chamaecyparis pisifera</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	101
4.1.6.5. <i>Chamaecyparis thyoides</i> (L.) Britton, Setrns & Poggenb.	104
4.1.7.- Anatomía de la madera del género <i>Cryptomeria</i> D. Don (1838).	112
4.1.7.1. <i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L. f.) D. Don	112
4.1.8.- Anatomía de la madera del género <i>Cunninghamia</i> R.Br. (1826).	120
4.1.8.1. <i>Cunninghamia konishii</i> Hayata	120
4.1.8.2. <i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook.	121
4.1.9.- Anatomía de la madera del género <i>Cupressus</i> L. (1753).	128
4.1.9.1. <i>Cupressus arizonica</i> Greene	128
4.1.9.2. <i>Cupressus bakeri</i> Jeps.	132
4.1.9.3. <i>Cupressus cashmeriana</i> Royle ex Carrière	133
4.1.9.4. <i>Cupressus chengiana</i> S.Y. Hu	134
4.1.9.5. <i>Cupressus duclouxiana</i> Hickel.	135
4.1.9.6. <i>Cupressus dupreziana</i> A. Camus	136
4.1.9.7. <i>Cupressus funebris</i> Endl.	137
4.1.9.8. <i>Cupressus goveniana</i> Gordon.	138
4.1.9.9. <i>Cupressus guadalupensis</i> S. Watson	141
4.1.9.10. <i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	142
4.1.9.11. <i>Cupressus macnabiana</i> A. Murray.	145

4.1.9.12. <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.	146
4.1.9.13. <i>Cupressus sargentii</i> Jeps.	148
4.1.9.14. <i>Cupressus sempervirens</i> L.	148
4.1.9.15. <i>Cupressus torulosa</i> D.Don ex Lamb.	152
4.1.10.- Anatomía de la madera del género <i>Diselma</i> Hook. f. (1860).....	164
4.1.10.1. <i>Diselma archeri</i> Hook. f.	164
4.1.11.- Anatomía de la madera del género <i>Fitzroya</i> Lindl. (1851).	169
4.1.11.1. <i>Fitzroya cupressoides</i> (Molina) I.M. Johnston	169
4.1.12.- Anatomía de la madera del género <i>Fokienia</i> A.Henry & H.H.Thomas (1911). ...	176
4.1.12.1. <i>Fokienia hodginsii</i> (Dunn) A.Henry & H.H.Thomas	176
4.1.13.- Anatomía de la madera del género <i>Glyptostrobus</i> Endl. (1847).	181
4.1.13.1. <i>Glyptostrobus pensilis</i> (Stauton ex D. Don) K. Koch.....	181
4.1.14.- Anatomía de la madera del género <i>Juniperus</i> L. (1753).	187
4.1.14.1. <i>Juniperus angosturana</i> R.P.Adams.....	187
4.1.14.2. <i>Juniperus ashei</i> J.Buchholz.....	188
4.1.14.3. <i>Juniperus barbadensis</i> L.....	189
4.1.14.4. <i>Juniperus bermudiana</i> L.	190
4.1.14.5. <i>Juniperus blancoi</i> Martínez	191
4.1.14.6. <i>Juniperus brevifolia</i> (Seub.) Antoine	192
4.1.14.7. <i>Juniperus californica</i> Carrière	193
4.1.14.8. <i>Juniperus cedrus</i> Webb&Berthel	194
4.1.14.9. <i>Juniperus chinensis</i> L.	195
4.1.14.10. <i>Juniperus coahuilensis</i> (Martínez) Gaussen ex R.P. Adams	199
4.1.14.11. <i>Juniperus comitana</i> Martínez	200
4.1.14.12. <i>Juniperus communis</i> L.	200
4.1.14.13. <i>Juniperus convallium</i> Rehder & E. H. Wilson	206
4.1.14.14. <i>Juniperus deppeana</i> Steud	207
4.1.14.15. <i>Juniperus drupacea</i> Labill.	209
4.1.14.16. <i>Juniperus durangensis</i> Martínez.....	210
4.1.14.17. <i>Juniperus excelsa</i> M.Bieb.	211
4.1.14.18. <i>Juniperus flaccida</i> Schltdl.....	213
4.1.14.19. <i>Juniperus foetidissima</i> Willd.....	214
4.1.14.20. <i>Juniperus formosana</i> Hayata.....	216
4.1.14.21. <i>Juniperus gamboana</i> Martínez	217
4.1.14.22. <i>Juniperus gracilior</i> Plig.....	217
4.1.14.23. <i>Juniperus horizontalis</i> Moench.....	218
4.1.14.24. <i>Juniperus indica</i> Bertol.....	220
4.1.14.25. <i>Juniperus jaliscana</i> Martínez.....	221
4.1.14.26. <i>Juniperus komarovii</i> Florin	222

4.1.14.27. <i>Juniperus monosperma</i> (Engeltn.) Sarg.....	223
4.1.14.28. <i>Juniperus monticola</i> Martínez	224
4.1.14.29. <i>Juniperus occidentalis</i> Hook.....	225
4.1.14.30. <i>Juniperus osteosperma</i> (Torr.) Little	226
4.1.14.31. <i>Juniperus oxycedrus</i> L.	228
4.1.14.32. <i>Juniperus phoenicea</i> L.....	230
4.1.14.33. <i>Juniperus pinchotii</i> Sudworth	232
4.1.14.34. <i>Juniperus pingii</i> Cheng&Ferre.....	233
4.1.14.35. <i>Juniperus procera</i> Hochst. ex Endl.....	234
4.1.14.36. <i>Juniperus procumbens</i> (Siebold ex Endl.) Miq. in Siebold & Zuccarini	236
4.1.14.37. <i>Juniperus przewalskii</i> Kom.	236
4.1.14.38. <i>Juniperus pseudosabina</i> Fisch., Mey & Ave-Lall.....	237
4.1.14.39. <i>Juniperus recurva</i> Buch.-Ham. ex D. Don.....	239
4.1.14.40. <i>Juniperus rigida</i> Siebold & Zucc.	241
4.1.14.41. <i>Juniperus sabina</i> L.....	242
4.1.14.42. <i>Juniperus saltillensis</i> M. T. Hall.....	245
4.1.14.43. <i>Juniperus saltuaria</i> Rehder & Wils.....	245
4.1.14.44. <i>Juniperus saxicola</i> Britton & P. Wilson.....	246
4.1.14.45. <i>Juniperus scopulorum</i> Sarg.	247
4.1.14.46. <i>Juniperus semiglobosa</i> Regel.....	248
4.1.14.47. <i>Juniperus squamata</i> D. Don	250
4.1.14.48. <i>Juniperus standleyi</i> Steyermark	252
4.1.14.49. <i>Juniperus taxifolia</i> Hook. & Arn.....	252
4.1.14.50. <i>Juniperus thurifera</i> L.	252
4.1.14.51. <i>Juniperus tibetica</i> Kom.	254
4.1.14.52. <i>Juniperus virginiana</i> L.....	255
4.1.15.- Anatomía de la madera del género <i>Libocedrus</i> Endl. (1847).....	276
4.1.15.1. <i>Libocedrus austrocaledonicus</i> Brongn. & Gris	276
4.1.15.2. <i>Libocedrus bidwillii</i> Hook.	277
4.1.15.3. <i>Libocedrus chevalieri</i> J. Buchholz.....	278
4.1.15.4. <i>Libocedrus plumosa</i> (D.Don) Sarg.	278
4.1.15.5. <i>Libocedrus yateensis</i> Guillaumin.....	279
4.1.16.- Anatomía de la madera del género <i>Metasequoia</i> Hu & W. C. Cheng (1948).	285
4.1.16.1. <i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu & W. C. Cheng	285
4.1.17.- Anatomía de la madera del género <i>Microbiota</i> Kom. (1923).	290
4.1.17.1. <i>Microbiota decussata</i> Komarov.....	290
4.1.18.- Anatomía de la madera del género <i>Neocallitropsis</i> Florin (1944).	295
4.1.18.1. <i>Neocallitropsis pancheri</i> (Carrière) de Laub.....	295
4.1.19.- Anatomía de la madera del género <i>Papuacedrus</i> H. L. Li (1953).	300

4.1.19.1. <i>Papuacedrus papuana</i> (F. Muell.) H. L. Li.....	300
4.1.20.- Anatomía de la madera del género <i>Pilgerodendron</i> Florin (1930).	305
4.1.20.1. <i>Pilgerodendron uviferum</i> (D. Don) Florin.....	305
4.1.21.- Anatomía del género <i>Platycladus</i> Spach (1841).....	311
4.1.21.1. <i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco.....	311
4.1.22.- Anatomía de la madera del género <i>Sciadopitys</i> Siebold & Zucc. (1842).....	319
4.1.22.1. <i>Sciadopitys verticillata</i> (Thunb.) Sieb. & Zucc.	319
4.1.23.- Anatomía de la madera del género <i>Sequoia</i> Endl. (1847).....	324
4.1.23.1. <i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don) Endl.....	324
4.1.24.- Anatomía de la madera del género <i>Sequoiadendron</i> J. Buchholz (1939).....	333
4.1.24.1. <i>Sequoiadendron giganteum</i> (Lindl.) J. Buchholz	333
4.1.25.- Anatomía de la madera del género <i>Tawiania</i> Hayata (1906).....	340
4.1.25.1. <i>Taiwania cryptomerioides</i> Hayata.....	340
4.1.26.- Anatomía de la madera del género <i>Taxodium</i> Rich. (1810).....	345
4.1.26.1. <i>Taxodium distichum</i> Hayata	345
4.1.26.2. <i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	348
4.1.27.- Anatomía de la madera del <i>Tetraclinis</i> Mast. (1892).....	354
4.1.27.1. <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Mast.	354
4.1.28.- Anatomía de la madera del género <i>Thuja</i> L. (1753).	361
4.1.28.1. <i>Thuja koraiensis</i> Nakai	361
4.1.28.2. <i>Thuja occidentalis</i> L.	362
4.1.28.3. <i>Thuja plicata</i> Donn ex D. Don.....	367
4.1.28.4. <i>Thuja standishii</i> (Gordon) Carrière.....	370
4.1.28.5. <i>Thuja sutchuenensis</i> Franch.	371
4.1.29.- Anatomía de la madera del género <i>Thujopsis</i> Siebold & Zucc. ex Endl. (1842).....	377
4.1.29.1. <i>Thujopsis dolabrata</i> (Thunb. ex L. f.) Siebold & Zucc.	377
4.1.30.- Anatomía de la madera del género <i>Widdringtonia</i> Endl. (1842).....	383
4.1.30.1. <i>Widdringtonia cedarbergensis</i> J. A. Marsh	383
4.1.30.2. <i>Widdringtonia nodiflora</i> (L.) Powrie	384
4.1.30.3. <i>Widdringtonia schwarzii</i> (Marloth) Mast.	385
4.1.31.- Anatomía de la madera del género <i>Xanthocyparis</i> Farjon & Hiep (2002).	391
4.1.31.1. <i>Xanthocyparis nootkatensis</i> (D. Don) Farjon & Harder	391
4.1.31.2. <i>Xanthocyparis vietnamensis</i> Farjon & Hiep.	393
4.2. Codificación IAWA para Cupressaceae y <i>Sciadopitys</i>	399
5. DISCUSIÓN	408
5.1. Características anatómicas de la madera de Cupressaceae.....	408
5.1.1. Características generales.....	408
5.1.2. Anillos de crecimiento	409
5.1.3. Traqueidas axiales	410

5.1.4. Parénquima axial	413
5.1.5. Radios leñosos.....	415
5.1.6. Canales resiníferos.....	417
5.1.7. Inclusiones minerales	418
5.2. Identificación de caracteres ancestrales y sinapomorfías.....	419
6. CONCLUSIONES	424
7. BIBLIOGRAFÍA.....	425

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de la superposición de árboles.	9
Figura 2. Áreas de estudio derivadas del estudio anatómico de la madera (Olson 2005)	10
Figura 3. Relaciones filogenéticas de Cupressaceae establecidas por Gadek et al. (2000), en base a análisis moleculares y morfológicos.	12
Figura 4. Relaciones filogenéticas de Cupressaceae establecidas por Yang et al. (2012), en base a análisis moleculares y morfológicos.	13
Figura 5. Reconstrucción ancestral de Cupressaceae s.s. (Yang et al. 2012).	15
Figura 6. Árbol obtenido mediante búsqueda heurística por datos morfológicos (Piggin y Bruhl 2010).	17
Figura 7. Árbol más parsimonioso obtenido por la combinación de datos morfológicos y moleculares del género <i>Cupressus</i> . (Little et al. 2004).	19
Figura 8. Preparación de las muestras	29
Figura 9. Equipos empleados.	32
Figura 10. Relaciones filogenéticas de Cupressaceae <i>sensu lato</i> establecidas por Yang et al. (2012), adaptada y completada con estudios filogenéticos específicos para los géneros <i>Cupressus</i> (Little 2006) y <i>Callitris</i> (Gadek et al. 2000; Piggin y Bruhl 2010)..	36
Figura 11. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Actinostrobus</i> I.	44
Figura 12. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Actinostrobus</i> II.	45
Figura 13. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Athrotaxis</i>	53
Figura 14. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Austrocedrus</i>	58
Figura 15. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Callitris</i> I.	79
Figura 16. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Callitris</i> II.	80
Figura 17. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Calocedrus</i> I.	89
Figura 18. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Calocedrus</i> II.	90

Figura 19. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Chamaecyparis</i> I.....	110
Figura 20. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Chamaecyparis</i> II..	111
Figura 21. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Cryptomeria</i>	119
Figura 22. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Cunninghamia</i>	127
Figura 23. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Cupressus</i> I.	162
Figura 24. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Cupressus</i> II.	163
Figura 25. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Diselma</i>	168
Figura 26. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Fitzroya</i>	175
Figura 27. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Fokienia</i>	180
Figura 28. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Glyptostrobus</i>	186
Figura 29. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Juniperus</i> I.	272
Figura 30. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Juniperus</i> II.....	273
Figura 31. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Juniperus</i> III.	274
Figura 32. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Juniperus</i> IV.	275
Figura 33. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Libocedrus</i>	284
Figura 34. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Metasequoia</i>	289
Figura 35. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Microbiota</i>	294

Figura 36. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Neocallitropsis</i>	299
Figura 37. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Papuacedrus</i>	304
Figura 38. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Pilgerodendron</i>	310
Figura 39. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Platycladus</i>	318
Figura 40. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Sciadopitys</i>	323
Figura 41. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Sequoia</i>	332
Figura 42. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Sequoiadendron</i>	339
Figura 43. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Taiwania</i>	344
Figura 44. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Taxodium</i>	353
Figura 45. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Tetrclinis</i>	360
Figura 46. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Thuja</i>	376
Figura 47. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Thujopsis</i>	382
Figura 48. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Widdringtonia</i>	390
Figura 49. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género <i>Xanthocyparis</i>	398
Figura 50. Mapa filogenético de las sinapomorfías basadas en las características anatómicas de la madera de Cupressaceae.....	422

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Material estudiado con referencia a las colecciones de donde proceden. Las celdas resaltadas en gris corresponden con las especies de las que no se han obtenido muestras.	23
Tabla 2. Caracteres anatómicos observados por especie.	34
Tabla 3. Listado de abreviaturas empleadas en esta tesis.	35
Tabla 4. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Actinostrobus</i>	41
Tabla 5. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Athrotaxis</i>	50
Tabla 6. Caracteres anatómicos observados en <i>Austrocedrus chilensis</i>	56
Tabla 7. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Callitris</i>	74
Tabla 8. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Callitris</i> II.	75
Tabla 9. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Calocedrus</i>	86
Tabla 10. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Chamaecyparis</i>	107
Tabla 11. Caracteres anatómicos observados en <i>Cryptomeria japonica</i>	116
Tabla 12. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Cunninghamia</i>	124
Tabla 13. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Cupressus</i> I.	155
Tabla 14. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Cupressus</i> II.	156
Tabla 15. Distribución geográfica de las especies de <i>Cupressus</i> (Farjon, 2005).	158
Tabla 16. Caracteres anatómicos observados en <i>Diselma archeri</i>	166
Tabla 17. Caracteres anatómicos observados en <i>Fitzroya cupressoides</i>	172
Tabla 18. Caracteres anatómicos observados en <i>Fokienia hodginsii</i>	178
Tabla 19. Caracteres anatómicos observados en <i>Glyptostrobus pensilis</i>	184
Tabla 20. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Juniperus</i> I.	261
Tabla 21. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Juniperus</i> II.	262
Tabla 22. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Juniperus</i> III.	263

Tabla 23. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Juniperus</i> IV.	264
Tabla 24. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Juniperus</i> V.	265
Tabla 25. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Juniperus</i> VI.	266
Tabla 26. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Juniperus</i> VII.	267
Tabla 27. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Libocedrus</i> .	281
Tabla 28. Caracteres anatómicos observados en <i>Metasequoia glyptostroboides</i> .	287
Tabla 29. Caracteres anatómicos observados en <i>Microbiota decussata</i> .	292
Tabla 30. Caracteres anatómicos observados en <i>Neocallitropsis pancheri</i> .	297
Tabla 31. Caracteres anatómicos observados en <i>Papuacedrus papuana</i> .	302
Tabla 32. Caracteres anatómicos observados en <i>Pilgerodendron uviferum</i> .	307
Tabla 33. Caracteres anatómicos observados en <i>Platycladus orientalis</i> .	316
Tabla 34. Caracteres anatómicos observados en <i>Sciadopitys verticillata</i> .	321
Tabla 35. Caracteres anatómicos observados en <i>Sequoia sempervirens</i> .	328
Tabla 36. Caracteres anatómicos observados en <i>Sequoiadendron giganteum</i> .	336
Tabla 37. Caracteres anatómicos observados en <i>Taiwania cryptomerioides</i> .	342
Tabla 38. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Taxodium</i> .	350
Tabla 39. Caracteres anatómicos observados en <i>Tetraclinis articulata</i> .	357
Tabla 40. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Thuja</i> .	372
Tabla 41. Caracteres anatómicos observados en <i>Thujopsis dolabrata</i> .	380
Tabla 42. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Widdringtonia</i> .	388
Tabla 43. Caracteres anatómicos observados en las especies del género <i>Xanthocyparis</i> .	395
Tabla 44. Características anatómicas de la madera y estado del carácter.	419
Tabla 45. Resumen de las características anatómicas de la madera y sus estados por géneros.	420

RESUMEN

La familia Cupressaceae incluye un total de 133 especies agrupadas en 30 géneros, 17 de los cuales son monospecíficos. Esta familia se encuentra representada en todos los continentes salvo en la Antártida. Sus especies se distribuyen en distintas regiones climáticas, y en altitudes que varían desde el nivel del mar hasta los 5.000 m.

La falta de descripción anatómica de muchos de los géneros y especies de Cupressaceae es notable, así como la contradicción que aparece entre distintas investigaciones sobre las características anatómicas de la madera descritas para cada especie. Este estudio describe la anatomía de la madera de Cupressaceae y analiza las características que podrían representar sinapomorfías de los clados delimitados en los estudios filogenéticos.

Siguiendo los métodos tradicionales de preparación y descripción de la madera a nivel microscópico, se ha estudiado la madera de 113 especies de los 30 géneros de Cupressaceae. Para ello se han empleado muestras de madera de origen trazable, procedentes de colecciones de madera de distintas instituciones internacionales. Se ha empleado una robusta filogenia molecular para la reconstrucción de los caracteres ancestrales.

La anatomía de la madera de los 30 géneros de Cupressaceae, pone de manifiesto la gran homogeneidad de la familia, caracterizada por la presencia de traqueidas axiales sin engrosamientos helicoidales, parénquima radial con paredes horizontales lisas, punteaduras del campo de cruce de tipo cupresoide y la carencia de canales resiníferos fisiológicos. Además, todos presentan parénquima axial (salvo *Neocallitropsis*, *Thuja* y *Xanthocyparis*), punteaduras radiales areoladas con toro definido (salvo *Thuja* y *Thujopsis*), siendo habitual la presencia de punteaduras areoladas en las paredes tangenciales de la madera tardía, y verrugosidades en la cara interna de las traqueidas (salvo *Ca. macleayana*, *Libocedrus*, *Papuacedrus* y *Neocallitropsis*). Los radios leñosos son homogéneos y están compuestos de parénquima radial (con la presencia de traqueidas radiales en algunas especies de *Cupressus*, *Sequoia*, *Thujopsis* y *X. nootkatensis*) con paredes finales lisas o lisas y noduladas (exclusivamente noduladas en *Cal. macrolepis*, *C. bakeri* y en la mayoría de especies de *Juniperus*), y el rango de altura de los radios leñosos se encuentra entre 5 y 15 células.

Se consideran posibles sinapomorfismos de Cupressaceae la presencia de verrugosidades en la cara interna de las traqueidas, la presencia de traqueidas axiales sin engrosamientos helicoidales, la presencia de parénquima axial, la presencia de radios leñosos homogéneos (compuestos únicamente de parénquima radial), la tipología de las paredes horizontales del parénquima radial, las punteaduras del campo de cruce de tipo cupresoide y la ausencia de canales resiníferos fisiológicos, pero lo que realmente diferencia a este grupo de coníferas es la simultaneidad de todos estos caracteres en sus maderas. Como sinapomorfías específicas por clados se proponen: la ausencia de toro definido y muescas en el borde de las punteaduras en *Thuja-Thujopsis*, la existencia de extensiones de toro en *Diselma-Fitzroya-Widdringtonia*; la presencia de engrosamientos callitroides en *Callitris-Actinostrobus*; la presencia de espacios intercelulares y las muescas en el borde de las punteaduras en el clado formado por el género *Juniperus* y las especies de *Cupressus* en la región oriental; la presencia de paredes finales del parénquima radial tanto lisas como noduladas en los clados formados por el género *Xanthocyparis* y las especies de *Cupressus* en la región occidental y en *Fitzroya-Diselma*; y por último, la presencia de punteaduras del campo de cruce de tipo taxodioide en los clados taxodioid y sequoioid.

ABSTRACT

The Cupressaceae family comprises 133 species grouped into 30 genera, 17 of which are monotypic. The family is represented in all continents except Antarctica. Its species are distributed in various climate zones and at altitudes from sea level to 5,000 m.

There is a considerable lack of anatomical descriptions for many genera and species of Cupressaceae and much contradiction between studies about the wood anatomical features described for each species. This study describes the wood anatomy of Cupressaceae and analyses the features that could represent synapomorphies of the clades recovered in phylogenetic studies.

Following the traditional methods of preparation and description of wood at microscopic level, a study was made of the wood of 113 species of the 30 Cupressaceae genera. The study samples had traceable origins and came from wood collections held at various international institutions. A robust molecular phylogeny was used for ancestral state reconstruction.

The wood anatomy of the 30 genera of the Cupressaceae shows the high homogeneity of the family, which is characterised by the presence of axial tracheids without helical thickenings, smooth horizontal walls of ray parenchyma cells, cupressoid cross-field pits, and the absence of physiological resin canals. In addition, they all have axial parenchyma (except *Neocallitropsis*, *Thuja* and *Xanthocyparis*), a warty layer on the inner wall of the tracheids (except *Ca. macleayana*, *Libocedrus*, *Papuacedrus* and *Neocallitropsis*) and tracheid pitting in radial walls with a well defined torus (except *Thuja* and *Thujopsis*); tracheid pitting in the tangential walls of the latewood is common. Rays are homogeneous and are composed of ray parenchyma (with the presence of ray tracheids in some species of *Cupressus*, *Sequoia*, *Thujopsis* and *X. nootkatensis*), with smooth end walls or both smooth and nodular end walls (exclusively nodular in *Cal. macrolepis*, *C. bakeri* and most *Juniperus* species), and ray height range is 5 to 15 cells.

Possible synapomorphies of Cupressaceae are the presence of a warty layer on the inner layer of the tracheids, axial tracheids without helical thickenings, the presence of axial parenchyma, homogeneous rays (composed exclusively of ray parenchyma), the typology of the horizontal walls of ray parenchyma cells, cupressoid cross-field pits and the absence of physiological resin canals, but what truly differentiates this group of softwoods is the co-occurrence of all these features in their wood. The following are proposed as clade-specific synapomorphies: absence of a well-defined torus and presence of pits with notched borders in *Thuja-Thujopsis*, torus extensions in *Diselma-Fitzroya-Widdringtonia*; callitroid thickenings in *Callitris-Actinostrobus*; intercellular spaces and pits with notched borders in the clade formed by the genus *Juniperus* and the species of *Cupressus* in the eastern region; smooth and nodular ray parenchyma end walls in the clades formed by the genus *Xanthocyparis* and the species of *Cupressus* in the western region and in *Fitzroya-Diselma*, and taxodioid cross-field pits in the taxodioid and sequoioid clades.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Anatomía de maderas

1.1.1. Introducción

El estudio anatómico de la madera es un importante campo de investigación para diversas disciplinas como la botánica, la ecología, la selvicultura, la industria forestal, la arqueología, la paleobotánica y la arquitectura. Esta disciplina, a su vez, tiene una larga historia que surge tras el invento del microscopio en el siglo XVII. Científicos como Robert Hooke, Marcello Malpighi, Nehemiah Grew o Antoni van Leeuwenhoek, son algunos de los pioneros en este campo. En el siglo XVIII los avances en el estudio anatómico son escasos, destacando las obras de J. Hill, pero ya en el primer decenio del siglo XIX y debido fundamentalmente a las mejoras introducidas en la microscopía óptica, así como en la preparación de las muestras, hay un progreso importante en el estudio de la anatomía vegetal. Destacan en este siglo investigadores como Johann Jacob Benardí, Ludolph Christian Treviranus, Johan J. Paul Moldenhawer, Hugo von Mohl, Carl Wilhelm von Nageli, Theodor Hartig y Antón de Bary.

Existen dos líneas principales de investigación en el estudio anatómico de la madera: el estudio descriptivo de la madera, donde se describen los distintos tipos y características de las células que componen la madera así como la variabilidad entre especies; y la identificación de maderas como aplicación práctica ([Bamber 1984](#)).

La identificación de maderas comenzó a tener relevancia científica durante la segunda mitad del siglo XIX, mientras que el estudio de la anatomía aplicada y descriptiva de la madera se formó en el siglo XX. En el primer cuarto del siglo XIX se aportan claves abiertas de identificación que no sólo contienen caracteres anatómicos, sino que comparten su analítica con propiedades físicas y mecánicas. Con el fin de potenciar la publicación de artículos científicos sobre la anatomía de la madera, emplear una terminología común en las descripciones y facilitar la recogida, almacenamiento e intercambio de materiales de investigación, en 1931 se funda la asociación internacional de anatomistas de la madera (IAWA, *International Association of Wood Anatomists*). Esta asociación permite también el intercambio de ideas e información por medio de correspondencias y reuniones entre los anatomistas.

El estudio anatómico de la madera es empleado fundamentalmente para la identificación de especies, estando cada vez más solicitada en diversos campos como la arqueología terrestre y marina, bellas artes, restauración de edificios, comercio internacional, tráfico de especies protegidas, etc. ([de Palacios, 1997](#)).

En muchas ocasiones la identificación de una madera en un yacimiento arqueológico, supone una aportación tan representativa que faculta al equipo a establecer hipótesis nuevas de trabajo. Este hecho se ve aún más acentuado cuando el yacimiento es marino. Multitud de embarcaciones que realizaban con asiduidad el comercio con el nuevo mundo, se perdieron en las grandes rutas de navegación. La descripción detallada de la construcción de los navíos desde el siglo XVI hasta el XIX, ha servido a los arqueólogos marinos para datar los restos de muchos naufragios. Otras veces, la presencia de recipientes de madera para el transporte de alimentos, también inventariados antes de la partida, ha permitido orientar las labores de investigación. ([de Palacios, 1997](#)).

La restauración de elementos artísticos requiere un estudio concienzudo del soporte, que en gran número de ocasiones es madera. El reconocimiento de la especie sobre la que se va a trabajar reportará información muy valiosa acerca de su aptitud a fondos y acabados así como a la admisión de tintes. A veces, la reconstrucción de piezas escultóricas y tablas pictóricas precisan sustituciones parciales de la base. El desconocimiento de la madera sobre la que se trabaja y su sustitución parcial con otra de distinto comportamiento higroscópico, puede ocasionar graves daños que arruinará el resultado final. (de Palacios, 1997).

Del mismo modo, el conocimiento preciso de la madera que entra a formar parte de una estructura portante dará información para saber de antemano los riesgos inherentes a la propia especie elegida, y sus posibles tratamientos preventivos contra agentes bióticos y abióticos. En la restauración y rehabilitación de edificios, la identificación precisa tiene aún una mayor importancia. (de Palacios, 1997).

Más habitual en el día a día del trabajo de identificación, son las disputas o controversias entre empresas o particulares que se sienten engañados en la adquisición de determinados productos, generalmente de carpintería o ebanistería. Muchas veces debido a la gran confusión terminológica existente (maderas distintas con el mismo nombre y diferentes nombres para la misma madera), a la variabilidad de características de una misma especie que hace que parezca otra totalmente distinta, o bien a auténticos fraudes propiciados por las similitudes entre diferentes especies. (de Palacios, 1997).

La identificación microscópica de maderas resuelve otro hecho de gran importancia, el tráfico de especies protegidas incluidas en CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species*). En la convención organizada por el comité de flora de CITES celebrada en Chile (1975), se presentó el primer documento de trabajo para abordar la identificación de las maderas incluidas en la relación de especies protegidas. Esta línea de trabajo se mantiene e incrementa, con nuevas inclusiones de especies protegidas en la 16ª reunión de la Conferencia de las Partes en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), celebrada en Bangkok en marzo del 2013. (de Palacios, 1997).

Finalmente y como fuente de información, la madera es un recurso muy importante en los estudios sistemáticos y evolutivos, al ser las características anatómicas independientes de la biología reproductiva de las plantas y de los sistemas derivados de estructuras florales y frutales. De esta forma, las agrupaciones y divisiones resueltas por filogenia molecular, presentan generalmente una anatomía de la madera similar.

1.1.2. Los estudios anatómicos más relevantes

Existen valiosas publicaciones sobre la anatomía de la madera en el siglo XX, destacan entre otros Pearson y Brown (1932), Greguss (1944-7 [1948], 1955, 1972), Huber y Rouschal (1954), Jacquot (1955), Côté (1965), Jane (1970), Barefoot y Hankins (1982), Keating y Bolza (1982), Fahn et al. (1986) y Schweingruber (1990).

Dentro de las coníferas, la madera de Cupressaceae tiene un gran valor económico debido a su gran resistencia a la putrefacción y al ataque de los insectos, por lo que ha sido objeto de numerosos estudios. Entre las grandes obras que incluyen la familia Cupressaceae destacamos las obras de Peirce (1935, 1936, 1937), Phillips (1948), Greguss (1948, 1955, 1972) y Esteban et al. (1996, 2000, 2002, 2014, 2015).

INTRODUCCIÓN

En 1936 A.S. Peirce publica “[Anatomical interrelationships of the Taxodiaceae](#)” donde describe anatómicamente ocho de los diez géneros considerados dentro de Taxodiaceae (no incluye *Metasequoia* ni *Sequoiadendron*) y genera una clave de identificación por géneros. Por primera vez se incluye en las descripciones anatómicas el término “*indentures*” (hendiduras), al cual se le considera de gran valor diagnóstico. Se destaca la diferenciación anatómica que presenta *Sciadopitys* frente al resto de géneros, habiendo publicado en 1935 “[Anatomy of the xylem of Sciadopitys](#)”, un profundo estudio sobre la anatomía de la madera de este género. Siguiendo la misma línea que en 1936, en 1937 publica “[Systematic anatomy of the woods of the Cupressaceae](#)”, donde describe quince géneros de los veintiuno considerados dentro de Cupressaceae *sensu stricto*, pero menos de la mitad de las especies que contiene esta familia.

En la obra de E. Phillips (1948) “[Identification of Softwoods by their microscopic structure](#)” se observan dos partes claramente diferenciadas. En la primera explica el uso de una clave de fichas perforadas, y en la segunda parte se describe anatómicamente las familias y los géneros de coníferas, señalando en cada género las características que permiten identificar alguna de sus especies, especialmente las consideradas con valor comercial. La simplicidad de los caracteres seleccionados para la descripción de la madera dificulta al usuario la identificación de coníferas a nivel de especie. Entre los géneros que describe se encuentran ocho de los diez géneros de Taxodiaceae y quince de los veintiuno de Cupressaceae *sensu stricto*.

En 1948 P. Greguss publica su trabajo “[Identification of the most important genii of firs based on xylotomy](#)”, un estudio anatómico donde aporta una clave de identificación y una breve descripción anatómica de los géneros más importantes de coníferas. En 1955 publica “[Identification of living gymnosperms on the basis of xylotomy](#)”, la obra más completa a nivel de especies que se haya realizado hasta nuestros días. Además de facilitar una clave a nivel de familias y otra a nivel de géneros, realizó una tercera a nivel de especies. Una de las particularidades más representativas es la consideración de cuatro punteaduras de los campos de cruce distintas a las que se habían manejado hasta entonces: araucarioide, podocarpoide, dacrydioide y glyptrostroboide, consideradas hoy como modificaciones muy próximas a la cupresoide y a la taxodioide. También resulta interesante la descripción filogenética sobre la evolución de los radios leñosos, y la filogenética histórica de las familias de coníferas. Su segundo estudio sobre coníferas lo realizó en 1972 “[Xylotomy of the living conifers](#)”, donde se incluyen la descripción anatómica de un mayor número de especies, habiendo descrito entre sus dos trabajos cerca del 90 % de las especies de coníferas vivas.

A pesar de la gran aportación de Greguss en el conocimiento de multitud de maderas, muchas son las críticas que ha recibido su trabajo en base al material utilizado. Fundamentalmente debido a que las muestras estudiadas provienen de especímenes jóvenes y no siempre del tallo de la especie, viéndose las características anatómicas influenciadas o distorsionadas.

Desde finales de la década de los 80 hasta ahora, el grupo de investigación de L.G. [Esteban](#) ha publicado diversas obras sobre la anatomía de la madera que incluyen géneros y especies de Cupressaceae. En 1996 se publica “[Madera de coníferas. Anatomía de géneros](#)”, una obra donde se describe la madera a nivel de género de todas las coníferas. Tras la investigación anatómica sobre las especies de coníferas en la región europea y norteamericana se publica “[Clave de identificación de maderas de coníferas a nivel de especie: Región europea y norteamericana](#)” en el año 2000, con 35 especies de Cupressaceae, y que precede a “[IAWA list of microscopic features for softwood identification](#)” publicada por IAWA Committee en el año 2004 con la que se observan multitud de semejanzas. Posteriormente, en 2002, publican “[Anatomía e identificación](#)

de maderas de coníferas a nivel de especie”, una obra donde se describen brevemente muchas especies de Cupressaceae. Publicaciones recientes como “[Comparative wood anatomy of Juniperus from Macaronesia](#)” en 2014 y “[Wood anatomy of Tetraclinis articulata from its natural distribution area in southeast Spain](#)” en 2015, completan los estudios anatómicos propios de Cupressaceae.

Aunque la descripción anatómica de la madera de Cupressaceae ha sido realizada por diversos autores, no existe una obra completa que contenga todos los géneros y especies de esta familia. La falta de trazabilidad de las muestras y las discrepancias sustanciales que se observan entre las descripciones, hace necesaria una investigación completa de esta familia, armonizando las descripciones para poder discutir los resultados. Estos resultados permitirán establecer agrupaciones en función de los caracteres observados, comparándola con agrupaciones filogenéticas existentes, y discutir posibles caracteres ancestrales.

1.1.3. Los avances tecnológicos y su implicación en el estudio anatómico de la madera

Microscopio electrónico de barrido

El microscopio electrónico ha sido empleado desde su comercialización en los estudios anatómicos de la madera. Es una importante herramienta empleada para la observación de las microfibrillas de celulosa, el estudio micromorfológico de las paredes celulares y la investigación en profundidad de algunas características anatómicas de la madera como los engrosamientos helicoidales y callitroides, las verrugosidades, la morfología de las punteaduras, etc. ([Varossieau 1950](#); [Liese y Cote 1960](#); [Liese 1965a, 1965b](#); [Tsoumis 1965](#); [Findlay y Levy 1970](#); [Carlquist 1980](#); [Ohtani 2000](#)). Entre los avances que proporciona el uso del SEM [Carlquist \(1980\)](#) destaca: la representación tridimensional de la madera, el aumento de zoom y la alta resolución que se observa.

Redes neuronales

El uso de redes neuronales se ha empleado satisfactoriamente en la clasificación de la madera mediante ultrasonidos ([Jordan et al. 1998](#)), la identificación de coníferas utilizando datos espectrales ([Gong et al. 1997](#)), la identificación de variedades de plantas agrícolas ([Marini et al. 2004](#)), la clasificación de plantas y semillas ([Moshou et al. 2001](#); [Kavdır 2004](#)) y la identificación de plantas utilizando características morfológicas ([Clark 2003](#)). Un estudio reciente ha demostrado la eficacia del empleo de redes neuronales también para la identificación de especies de gran semejanza estructural de su madera, con un alto porcentaje de precisión ([Esteban et al. 2009a](#)). [Koch et al. \(2011\)](#) desarrollan esta herramienta también para la identificación de especies, en este caso las que se encuentran incluidas en CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species*).

Microtomografía

La microtomografía de rayos X de alta resolución (μ CT) es una de las herramientas más prometedoras en el campo de la anatomía de la madera ([Brodersen 2013](#)). Este método no destructivo reproduce las relaciones espaciales entre los diferentes tipos de células, para estudiar la organización tridimensional del xilema, permitiendo explorar la madera de una forma más profunda. Esta innovadora tecnología sustituye al seccionamiento en serie, uno de los métodos más populares en la reconstrucción del xilema.

1.2 Filogenia

1.2.1. Introducción

La Biología Sistemática es la ciencia que estudia las relaciones de parentesco entre especies vivas y fósiles, comprendiendo las disciplinas de Taxonomía y Filogenia.

Por un lado, la Taxonomía se define como parte de la biología que se ocupa de ordenar la diversidad biológica en taxones, incluidos unos dentro de otros y ordenados de forma jerárquica, formando un sistema de clasificación. Por el otro, la Filogenia se define como parte de la biología que se ocupa de las relaciones de parentesco entre los distintos grupos de seres vivos. El botánico [Zimmermann](#) (1930, 1934) y el zoólogo [Hennig](#) (1966), fueron los primeros investigadores que desarrollaron las bases metodológicas para la reconstrucción de las relaciones evolutivas entre especies. Los primeros estudios versaban sobre el análisis de datos morfológicos, empleando en menor medida datos anatómicos, químicos y cromosómicos. No fue hasta el desarrollo de la técnica molecular de la PCR (*Polymerase Chain Reaction*), que permite obtener numerosas copias de regiones de ADN a partir de un único o unos pocos fragmentos, cuando se pudo incorporar el estudio comparado de regiones de ADN ([Valcárcel 2012](#)).

En el estudio filogenético, la selección de los datos es muy importante. Los caracteres morfológicos empleados deben ser cuantificados y codificados, generalmente restringidos a su presencia o ausencia (matriz de unos y ceros). La obtención de filogenias moleculares se basa en la selección, amplificación y secuenciación de regiones de ADN nuclear, plastidial (en plantas) y mitocondrial (de uso frecuente en animales y esporádico en algunas familias de plantas). Dichas secuencias son revisadas, alineadas en función de sus homologías y posteriormente analizadas bajo distintos métodos de reconstrucción filogenética. El resultado del análisis de los distintos datos es uno o más árboles que representan las relaciones evolutivas de las muestras analizadas, permitiendo realizar inferencias sobre las relaciones entre especies.

Las nuevas herramientas moleculares permiten realizar clasificaciones que en muchos casos divergen de la taxonomía tradicional, y que se ven reforzadas por estudios morfológicos. Por ejemplo, la unión de las familias Taxodiaceae y Cupressaceae *sensu stricto* en una sola familia, Cupressaceae *sensu lato*, con la exclusión del género *Sciadopitys* Siebold & Zucc ([Eckenwalder 1976](#); [Hart 1987](#); [Tsumura et al. 1995](#); [Stefanović et al. 1998](#); [Quinn et al. 2002](#)).

1.2.2. Conceptos básicos

En este apartado se sintetizan los conceptos básicos según [Valcárcel \(2012\)](#).

La calidad del estudio filogenético depende fundamentalmente del grupo de estudio y los métodos de análisis, debido a que los fragmentos de ADN empleados no llegan a representar un 1% del genoma total y proceden de unos pocos individuos por especie. Esta cantidad de individuos generalmente no representa el total de poblaciones y no cubre el área de distribución de la especie.

Material

Los caracteres moleculares más empleados en el estudio de las plantas son:

- Gen cloroplastídico *rbcL*. Este gen es prácticamente universal en todo el reino de las plantas (menos en las parásitas). Los árboles filogenéticos generados con estas secuencias de *rbcL* han tenido una enorme repercusión en el estudio de las angiospermas, y los sistemas de clasificación actuales hacen referencia a ellos continuamente. Una de las

INTRODUCCIÓN

limitaciones del *rbcL* como marcador filogenético es su baja tasa de mutaciones, por lo que no es útil para inferir relaciones filogenéticas entre géneros muy emparentados. Para resolver esta situación se emplean otros genes cloroplastídicos como *ndhF*, *rpoA*, *rpoC2*, *matK* y *atpB*, que presentan tasas de mutaciones más altas.

- Sitios de restricción del ADN del cloroplasto. Empleado en el estudio de especies que divergieron recientemente y en los estudios poblacionales. Para taxones cuya divergencia es más lejana el método se hace más difícil, ya que se acumulan muchas mutaciones.
- Genes mitocondriales *atp1*, *atpA*, *matR*. Utilizados en menor medida debido a que los genes mitocondriales evolucionan más lentamente que los cloroplastídicos, se emplean fundamentalmente en los estudios de eventos ancestrales, siendo muy útiles en el estudio filogenético de los orígenes de las angiospermas.
- ADN que codifica para ARN ribosomal o "ARNr". El ARN ribosomal fue secuenciado directamente, sin referencia a los genes que lo codificaban, debido al alto número de copias presente en cada célula. Empleado fundamentalmente en estudios de estructuras de las poblaciones y patrones de hibridación.

Actualmente la mayoría de datos empleados en los estudios filogenéticos proceden de GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>). GenBank es una colección de secuencias de nucleótidos a nivel internacional que comprende el Banco de Datos de ADN de Japón (DDBJ), el Laboratorio Europeo de Biología Molecular (EMBL) y de GenBank en NCBI. Esta base de datos proporciona información actualizada y completa de la secuencia de ADN sin restricciones sobre el uso o distribución de los datos.

Métodos

Existen diversos métodos de análisis para estimar reconstrucciones filogenéticas a partir de datos moleculares. Según el procedimiento seguido pueden agruparse en métodos puramente algorítmicos, como UPGMA o *Neighbour-Joining* (NJ), y métodos de búsquedas de árboles basados en criterios de optimización como Máxima Parsimonia (MP), Máxima Verosimilitud (ML; *Maximum Likelihood*), Inferencia Bayesiana (BI; *Bayesian Inference*), Mínima Evolución (ME) y Mínimos Cuadrados (MC). Ambos métodos se diferencian en el proceso de obtención de árboles, donde los métodos puramente algorítmicos incluyen el criterio de selección del árbol y no hacen búsquedas optimizando el criterio establecido, mientras que el resto optimizan la función y pueden dar varios resultados.

Los procesos de construcción y búsqueda se basan en la búsqueda de un árbol a partir de la matriz original de los datos (MP, ML, BI) o a partir de una matriz de distancias calculada a partir de la matriz original de datos (UPGMA, NJ, ME). Las búsquedas de árboles pueden ser exactas, heurísticas o estocásticas.

Las filogenias moleculares son estimas, por lo que para un mismo conjunto de datos puede haber múltiples soluciones igualmente correctas. El punto clave en el diseño de un estudio de filogenia molecular es maximizar las probabilidades de encontrar el árbol "correcto" según el método seleccionado. Estas probabilidades están afectadas por características del propio conjunto de datos y del árbol.

Cuando se obtienen varios árboles óptimos, estos se diferencian generalmente por la posición de algún taxón o clado. Se denomina clado a un conjunto de especies emparentadas (con un antepasado común) que forman una única rama en el árbol. Cualquier grupo así considerado es un grupo monofilético, donde todos los taxones incluidos en él han evolucionado a partir de una población ancestral común, y todos los descendientes de ese ancestro están incluidos en el grupo. Por el contrario, un grupo que contiene algunos pero no todos los descendientes del ancestro común más reciente, se denomina parafilético. Entre los árboles óptimos se realiza una superposición y el resultado es un nuevo árbol donde puede que se pierda robustez en algún clado o que alguna agrupación congruente se transforme en no resuelta (Figura 1).

Figura 1. Ejemplo de la superposición de árboles. (A, B, C, D) Clados robustos de árboles óptimos. (E) Clado no resuelto producto de la superposición de árboles óptimos.

Errores

Si bien el gran avance en sistemática de los últimos 30 años se fundamenta sobre una robusta base metodológica, aún existen numerosas fuentes de error, muchas asociadas a cuestiones prácticas y tecnológicas como falta de marcadores moleculares adecuados o falta de potencia de cálculo. Además, el desconocimiento de los procesos evolutivos subyacentes puede incurrir en errores de interpretación o en la recuperación de reconstrucciones filogenéticas “falsas”.

La correcta interpretación de los árboles filogenéticos es de especial importancia, ya que puede dar lugar a conclusiones erróneas. Para ello se recomiendan, entre otras, las publicaciones de [Krell y Cranston \(2004\)](#), [Crisp y Cook \(2005\)](#) y [Gregory \(2008\)](#).

1.3. La anatomía de la madera y los estudios de filogenia

En diversos estudios de filogenia se emplean matrices de datos morfológicos o anatómicos, de manera aislada o combinada con datos moleculares, en la creación de árboles. Aunque los datos moleculares tienen una mayor cantidad de información y han permitido la ubicación de taxones problemáticos, no por ello son más aptos que los datos morfológicos o anatómicos, puesto que ambos presentan problemas similares. [Schulz y Stützel \(2007\)](#) señalan que los árboles filogenéticos basados en datos moleculares y no moleculares, comparten una misma topología, poniendo como ejemplo los géneros pertenecientes a la antigua familia Taxodiaceae, incluida ahora en Cupressaceae.

El particular rechazo que presentan los árboles basados en datos no moleculares se debe a la baja resolución y fortaleza que presentan. Esta situación ocurre, como señalan [Schulz y Stützel \(2007\)](#), por el uso incorrecto de caracteres morfológicos, empleando datos de baja o nula homología, o aquellos cuyas variedades no son determinables.

Las diferentes áreas de estudio derivadas de la anatomía de la madera requieren de diferentes tipos de caracteres. Los caracteres se pueden clasificar según la tipología, homología y homoplasia que presentan. [Olson \(2005\)](#) presenta un esquema que explica en qué situación unos caracteres son más importantes que otros (Figura 2).

Figura 2. Áreas de estudio derivadas del estudio anatómico de la madera (resaltadas en negrita) y los tipos de caracteres requeridos (en cursiva). El objetivo de cada área de estudio viene señalado debajo de cada nombre. ([Olson 2005](#))

Se entiende por homología (*homology*) la relación que existe entre aquellos caracteres que presentan un origen evolutivo común. Por el contrario, la homoplasia (*homoplasy*) es la relación entre aquellas características que no provienen de un antecesor común, siendo una incongruencia en la transformación evolutiva de un carácter. Esta homoplasia puede considerarse una analogía (convergencia o paralelismo) o una reversión del carácter a un estado ancestral.

Como señala el autor, cada una de las ramas de la anatomía de la madera requiere un conjunto de caracteres diferentes ([Olson 2005](#)). En la identificación de maderas se emplean un gran número de caracteres tipológicos (*typology*) que no son informativos sobre los procesos evolutivos, así como otros que presentan homologías y homoplasias. En los estudios evolutivos, el uso de homologías permite reconocer sinapomorfías, considerándose como sinapomorfía un carácter compartido por todos los individuos de un taxón y que presentan un ancestro común. Mientras que las homoplasias permiten el estudio de la reversibilidad de un carácter y la posible influencia ecológica en las características anatómicas como respuesta a la adaptación.

Debido a ello, los criterios de selección de los caracteres son muy importantes. Por ejemplo [Hart \(1987\)](#), en su estudio cladístico, escoge los caracteres según tres criterios: la homología de los diferentes estados del carácter, la posible determinación de las transformaciones del mismo en

base al grupo externo escogido, y los diferentes estados de los caracteres permitan la discriminación de familias y géneros.

Como fuente de información, la madera es un recurso muy importante en los estudios sistemáticos y de evolución. Sin embargo, los caracteres anatómicos de la madera no se usan tan frecuentemente como debiesen. Como describe [Olson \(2005\)](#), el estudio anatómico de la madera aporta desde la utilidad práctica de identificación de maderas, hasta proporcionar una herramienta excelente en el estudio de la evolución adaptativa, según los diferentes tipos de caracteres que existen dentro de la misma.

Entre los estudios más destacados sobre el uso de caracteres anatómicos en filogenia se encuentran: [Bliss \(1918\)](#), [Jeffrey \(1925\)](#) y [Greguss \(1955\)](#), cuyos estudios señalan como ejemplo evolutivo de las especies de coníferas, los distintos estadios de los radios leñosos y la cantidad y origen de los canales resiníferos; [Tippo \(1946\)](#), que resume las características anatómicas empleadas en filogenia para las angiospermas; [Bailey \(1957\)](#) destaca la importancia de la anatomía de la madera dentro de la filogenia, al presentar el xilema tendencias evolutivas muy fiables; [Herendeen y Miller \(2000\)](#), que analizan las características identificativas de la madera de frondosas ([IAWA Committee 1989](#)) para su uso en los estudios cladísticos, destacando que la calidad del análisis depende de los caracteres elegidos y las observaciones realizadas; [Esteban y de Palacios \(2009\)](#), que justifican la separación de la familia Pinaceae del resto de coníferas por la presencia de canales resiníferos y traqueidas radiales, y la inclusión de la subfamilia Abietoideae dentro de ella por la presencia de canales resiníferos; y finalmente [Esteban et al. \(2009b\)](#), que analizan la anatomía de la madera de *Abies* en el área mediterránea con el fin de buscar caracteres filéticamente relevantes que ayuden a clarificar y complementar los patrones evolutivos basados en estudios moleculares.

Actualmente, las investigaciones que combinan la filogenia y el estudio anatómico de la madera se centran en la identificación de caracteres ancestrales y la evolución del mismo dentro de un grupo de especies, así como el análisis de posibles sinapomorfías. Estas investigaciones se centran fundamentalmente en angiospermas, como se observan en los estudios de [Pace y Angyalossy \(2013\)](#) y [Pace et al. \(2014\)](#) en Bignoniaceae; [Stepanova et al. \(2013\)](#) y [Oskolski et al. \(2014\)](#) en Fabaceae; o [Wagner et al. \(2014\)](#) y [Trueba et al. \(2015\)](#) en Piperales.

1.3.1 La importancia de Cupressaceae en los estudios filogenéticos y biogeográficos.

El estudio de la fragmentación de Pangea, y especialmente de Gondwana, es de gran interés desde el punto de vista biológico y geológico, considerándose como un escenario típico para la vicarianza como responsable de las disyunciones transoceánicas de la biota, empleando fósiles para comprobar estas hipótesis de dispersión ([Crisp et al. 2011](#); [Yang et al. 2012](#)). En este escenario, las angiospermas no son lo suficientemente antiguas para verse influenciadas por la deriva continental ([Beaulieu et al. 2013](#)), empleando para ello coníferas. Debido a su antigüedad, la distribución de las coníferas se ha visto fuertemente influenciada por eventos como la deriva continental o los procesos del cambio climático. El estudio de su distribución ha permitido establecer teorías sobre las migraciones, los centros de dispersión, el origen, las extinciones y la deriva continental. Entre las familias de coníferas destaca Cupressaceae, representada en todos los continentes salvo en la Antártida, y cuyo origen se ubica durante la era del Triásico ([Mao et al. 2012](#)), cuando Pangea estaba todavía intacta. Se cree que su origen puede establecerse en Asia ([Mao et al. 2012](#)). La naturaleza relictiva de algunos de sus géneros es de especial importancia en el estudio biogeográfico, permitiendo identificar áreas de endemismo, probablemente causadas

por un cambio en las condiciones climáticas (Contreras-Medina y Vega 2002). Antes de la rotura de Pangea y la deriva continental, divergen los primeros miembros de Cupressaceae, pertenecientes a la antigua familia Taxodiaceae (Mao et al. 2012; Yang et al. 2012). Posteriormente, durante la rotura de Pangea o debido a ella, ocurre una divergencia entre las subfamilias Callitroideae (restringida a Gondwana) y Cupressoideae (restringida a Laurasia) (Mao et al. 2012; Yang et al. 2012). Como señalan Gadek et al. (2000), la presencia de esta dicotomía no es sorprendente en una familia tan antigua como Cupressaceae, que se ha visto sometida a los distintos periodos climáticos de frío y calor del mundo.

Estudios filogenéticos de Cupressaceae

En este apartado se describe la filogenia actual de Cupressaceae, en base a los grupos definidos por Gadek et al. (2000) (Figura 3) y Yang et al. (2012) (Figura 4).

Figura 3. Relaciones filogenéticas de Cupressaceae establecidas por Gadek et al. (2000), en base a análisis moleculares y morfológicos.

Figura 4. Relaciones filogenéticas de Cupressaceae establecidas por Yang et al. (2012), en base a análisis moleculares y morfológicos.

INTRODUCCIÓN

Antiguamente las familias Taxodiaceae y Cupressaceae *sensu stricto* se encontraban separadas, pero estudios moleculares (Brunsfield et al. 1994; Tsumura et al. 1995; Stefanović et al. 1998; Gadek et al. 2000; Kusumi et al. 2000; Quinn et al. 2002; Yang et al. 2012) y morfológicos (Young y Watson 1969; Eckenwalder 1976; Hart 1987) han puesto de manifiesto una gran afinidad entre ellas, englobándolas en una sola familia: Cupressaceae *sensu lato*. Del mismo modo, análisis moleculares, anatómicos y filogenéticos, han aportado suficientes datos para excluir el género *Sciadopitys* de Taxodiaceae (Phillips 1941; Eckenwalder 1976; Hart 1987; Chase et al. 1993; Tsumura et al. 1995; Chaw et al. 1997; Stefanović et al. 1998; Quinn et al. 2002; Schulz y Stützel 2007), considerándosele perteneciente a una familia distinta, Sciadopityaceae.

Dentro de la familia Cupressaceae *s.l.* se observan dos grupos claramente definidos (Figuras 3 y 4), el primer grupo es parafilético y consta de los géneros de la antigua familia Taxodiaceae menos *Sciadopitys* (*Athrotaxis*, *Cunninghamia*, *Cryptomeria*, *Glyptostrobus*, *Metasequoia*, *Sequoia*, *Sequoiadendron*, *Taiwania*, *Taxodium*), y el segundo grupo es monofilético y está formado por los géneros de Cupressaceae *s.s.* (Hart 1987; Brunsfeld et al. 1994; Tsumura et al. 1995; Gadek et al. 2000, Kusumi et al. 2000; Yang et al. 2012).

Filogenéticamente se observa en el grupo de Taxodiaceae dos clades bien resueltos (Figuras 3 y 4), tanto por caracteres morfológicos (Young & Watson, 1969; Eckenwalder, 1976) como moleculares (Brunsfield et al., 1994; Tsumura et al., 1995; Gadek et al., 2000, Kusumi et al., 2000; Yang et al., 2012). Los clades en los que se dividen son sequoioide (Gadek et al., 2000), formado por los géneros *Sequoia*, *Sequoiadendron* y *Metasequoia*, y taxodioid (Gadek et al., 2000) compuesto por *Cryptomeria*, *Glyptostrobus* y *Taxodium* (Tsumura et al., 1995; Gadek et al., 2000; Kusumi et al., 2000; Yang et al., 2012). La gran afinidad filogenética observada entre *Taxodium* y *Glyptostrobus*, puede responder a un claro ejemplo de vicarianza, ya que geográficamente se encuentran muy distantes pero existen registros fósiles de *Glyptostrobus* en Norteamérica, Europa y Asia (Henry y McIntyre 1926). Además se muestra también en la ecología, los aspectos morfológicos y los caracteres inmunológicos de ambas especies, una gran semejanza. Kusumi et al. (2000) señalan que *Taxodium* es el pariente vivo más cercano a *Glyptostrobus*.

Dentro del género *Athrotaxis*, se discute sobre el origen híbrido de *Ath. laxifolia* como resultado de la combinación de *Ath. cupressoides* y *Ath. selaginoides*. Los estudios de Tsumura et al. (1995) y Kusumi et al. (2000) muestran una mayor relación entre *Ath. selaginoides* y *Ath. laxifolia*, y no descartan el posible origen híbrido de este último.

En Cupressaceae *sensu stricto* se observan dos grupos monofiléticos con un ancestro común (Figuras 3 y 4), identificados como cupressoid y callitroid por Gadek et al. (2000). Se diferencian por su distribución geográfica exclusiva en los hemisferios norte y sur respectivamente. La separación de estos dos grandes grupos se encuentra apoyada por estudios moleculares (Hart, 1987; Gadek & Quinn, 1993; Brunsfeld et al., 1994; Tsumura et al., 1995; Gadek et al., 2000; Kusumi et al., 2000; Yang et al., 2012), morfológicos (Young & Watson, 1969; Eckenwalder, 1976; Hart, 1987) y en base a la anatomía de su madera (Hart 1987; Esteban et al. 1996).

Diversos estudios filogenéticos consideran que los clados del hemisferio sur y la distribución de Cupressaceae explican la división de Gondwana (Hart 1987; Mao et al. 2012; Yang et al. 2012). Los resultados de la reconstrucción de Cupressaceae *s.s.* se muestra en la siguiente figura creada por Yang et al. (2012) (Figura 5), donde se compara la distribución actual de los géneros y la ruptura de Gondwana.

Figura 5. Reconstrucción ancestral de Cupressaceae s.s. basada en la combinación de genes LFY+NLY+ matK+rps3 comparada con la distribución moderna de su género (A) y la historia de la ruptura de Gondwana (B). Los gráficos circulares en los nodos muestran probabilidades de rangos ancestrales alternativos obtenidos por S-DIVA. A: Australia, incluyendo Tasmania; B: América del Sur; C: Nueva Caledonia; D: Nueva Zelanda; E: Nueva Guinea y Molucas; F: África; G: Asia; H: América del Norte; I: Europa. (Yang et al. 2012).

En las figuras 3 y 4 se observa que *Widdringtonia* (presente en África) forma un clado con los dos géneros monoespecíficos *Fitzroya* y *Diselma*, endémicos de Sudamérica y Tasmania respectivamente, que a su vez forma un clado hermano con algunos géneros presentes en Australia como *Callitris*, *Actinostrobus* y *Neocallitropsis*. Estas relaciones filogenéticas sobre los seis géneros son congruentes con la fractura de Gondwana (Figura 5), separándose primero el este y oeste divergiendo *Callitris-Actinostrobus-Neocallitropsis* de *Widdringtonia-Fitzroya*. A su vez la diferenciación entre *Widdringtonia* y *Fitzroya-Diselma* se debe a la separación entre África y Sudamérica. La gran relación entre *Fitzroya* y *Diselma* se resuelve por una vicarianza al incorporar datos fósiles de un ancestro de *Fitzroya* en el continente australiano y el noroeste de Tasmania (Paull y Hill 2010; Crisp et al. 2011), pudiendo ser *Fitzroya cupressoides* el resultado de la hibridación entre *Diselma* y un antecesor de *Fitzroya* ya extinto (Yang et al. 2012).

El hecho de que *Fitzroya* haya sido incluida en el apéndice I de CITES ha motivado que se preste especial importancia a esta madera y particularmente a todas aquellas coníferas que presentan características similares. Debido a ello se han propuesto nuevas técnicas de análisis molecular como el planteado por Hanssen et al. (2011) para la identificación de maderas entre *Fitzroya*, *Sequoia* y *Th. plicata*, basándose en estudios de rDNA-ITS, con bastante éxito.

Antiguamente se consideraba que el género *Libocedrus* abarcaba tanto el hemisferio norte como el sur, con una distribución muy disjunta y formando un grupo muy heterogéneo. Li en 1953 reclasificó este género dividiéndolo en 4 géneros distintos según sus características morfológicas: *Heyderia* (conocido actualmente como *Calocedrus*), *Pilgerodendron*, *Libocedrus* y *Papuacedrus*. No fue hasta más adelante cuando se separa el género *Austrocedrus* de *Libocedrus*. Los estudios filogenéticos actuales muestran que la divergencia del género *Libocedrus* en Nueva Zelanda y Nueva Caledonia, junto con *Pilgerodendron* de Sudamérica, data del Cretácico. Se considera que *Libocedrus* posee una distribución mayor acorde con los registros fósiles, antes de la separación de estas islas y el continente americano de Australia (Yang et al. 2012). Gadek et al. (2000) propone incluir de nuevo el género *Pilgerodendron* dentro de *Libocedrus*. Esta propuesta es discutida por Farjon et al. (2004), considerando que la mayoría de los datos no moleculares empleados por Gadek et al. (2000) no son informativos y no incluyen aquellos caracteres que permiten diferenciar *Pilgerodendron* de *Libocedrus*, siendo en general insuficientes. El estudio morfológico llevado a cabo por Farjon (2005) empleando 53 caracteres indica que *Pilgerodendron* se encuentra más relacionado con *Papuacedrus* que con *Libocedrus*. Finalmente Ran et al. (2010) y Yang et al. (2012) muestran un clado fuerte formado por *Libocedrus* y *Pilgerodendron* (Figura 4), manteniendo la independencia de ambos géneros, con un ancestro común presente en el territorio de Gondwana (Crisp et al. 2011).

Los estudios filogenéticos muestran una gran relación entre *Callitris* y *Actinostrobus* (Gadek et al. 2000; Ran et al. 2010; Yang et al. 2012), incorporando el género *Neocallitropsis* (Pye et al. 2003; Gadek et al. 2000; Piggin y Bruhl 2010; Yang et al. 2012) que comparte región de procedencia en Nueva Caledonia con dos de las especies de *Callitris*. Piggin y Bruhl (2010) resuelven dentro del género *Actinostrobus* una mayor relación entre *Act. acuminatus* y *Act. arenarius*, formando un clado robusto con *Act. pyramidalis*. El género *Callitris* ha sido considerado como el representante de las cupresáceas en el hemisferio sur. Con sólo 10 géneros de Cupressaceae distribuidos en todo el hemisferio, *Callitris* cuenta con 15 especies distribuidas entre Australia y las islas de Tasmania y Nueva Caledonia. El género *Callitris* no es monofilético como muestran estudios nucleares (Pye et al. 2003) y morfológicos (Piggin y Bruhl 2010). En ellos se observa la posición de *Actinostrobus* dentro del género *Callitris*, sin considerar su inclusión. La separación entre *Actinostrobus* y *Callitris* se ve apoyada según Baker y Smith (1910)

INTRODUCCIÓN

por la composición química de sus hojas. Las especies de Nueva Caledonia forman un clado fuerte dentro del género *Callitris* (Piggin y Bruhl 2010, Pye et al. 2003). El estudio más completo sobre el género es el realizado por Piggin y Bruhl (2010) en el que emplean 42 caracteres morfológicos y anatómicos (Figura 6). En él se observan cuatro grupos claramente diferenciados, grupo 1.- consta de las especies más abundantes de *Callitris* (*C. columellaris*, *C. preissii* y *C. verrucosa*); grupo 2.- este y sureste de Australia y Tasmania (*C. endlicheri*, *C. monticola*, *C. muelleri*, *C. oblonga*, *C. rhomboidea*) con *C. canescens* como especie más alejada (suroeste); grupo 3.- suroeste de Australia (*C. drummondii* y *C. roei*); y grupo 4.- Nueva Caledonia (*C. neocaledonica* y *C. sulcata*).

Figura 6. Árbol obtenido mediante búsqueda heurística por datos morfológicos. Los números presentados se refieren al bootstrap obtenido en cada rama. A: *Actinostrobus*; C: *Callitris*. (Piggin y Bruhl 2010).

Por último, dentro del clado callitroid, los géneros *Austrocedrus* y *Papuacedrus* no se encuentran dentro de ningún clado establecido por filogenie molecular, aunque estudios fósiles han descubierto la presencia de un ancestro de *Papuacedrus* en la Patagonia (Wilf et al. 2009), pudiendo explicar una posible relación con *Austrocedrus*. Muchos autores han estudiado la diversidad y variación genética que aparece en las masas naturales de *Austrocedrus* (Pastorino y Gallo 2001; Pastorino et al. 2004; Arana et al. 2010; Pomponio et al. 2013), debido a su amplia distribución.

El último gran grupo dentro de Cupressaceae *s.l.* es el formado por los géneros del hemisferio norte, el clado cupressoid. El estudio biogeográfico de los géneros del hemisferio norte no es tan esclarecedor como en el hemisferio sur, probablemente debido a los datos cronológicos y a la poca diferenciación geográfica. Géneros ampliamente distribuidos como *Cupressus*, *Juniperus* y *Thuja*, requieren de un muestreo muy amplio para su combinación con los datos geológicos y climáticos necesarios. Dentro del clado cupressoid (Gadek et al., 2000; Yang et al., 2012) se observan distintas agrupaciones (Figuras 3 y 4).

Antiguamente el género *Chamaecyparis* constaba de 6 especies. Estudios moleculares, morfológicos y anatómicos han señalado una diferenciación dentro del género *Chamaecyparis*, observando una separación clara entre *Ch. nootkatensis* del resto de especies (Alden 1997, Debreczy et al. 2009, Gadek et al. 2000, Little et al. 2004, Wang et al. 2003, Young y Watson 1969). En este estudio se considera el antiguo *Ch. nootkatensis* como *X. nootkatensis*, dentro del género *Xanthocyparis*, establecido por Farjon et al. (2002). La incorporación de *Ch. nootkatensis* en *Xanthocyparis* tuvo una gran repercusión dentro del mundo botánico, por lo que se han escrito diversos trabajos apoyando este cambio, rechazándolo o proponiendo otros nombres. La relación existente entre *Ch. nootkatensis* y *X. vietnamensis* se ve apoyada filogenéticamente en algunos estudios (Little et al. 2004; Xiang y Li 2005; Little 2006; Rushforth 2007), donde se establecen clados bien resueltos. Entre las especies, se observa el clado formado por *Ch. pisifera*-*Ch. formosensis* (Li et al. 2003; Wang et al. 2003; Little et al. 2004; Xiang y Li 2005; Mao et al. 2010) más relacionado con *Fokienia* que el resto (Li et al. 2003; Wang et al. 2003; Xiang y Li 2005). También se han definido fuertes asociaciones entre *Ch. thyoides* y *Ch. obtusa* (Li et al. 2003) y entre *Ch. lawsoniana* y *Ch. obtusa* (Wang et al. 2003; Little et al. 2004; Mao et al. 2010). *Fokienia* y *Chamaecyparis* forman un clado fuerte (Gadek et al. 2000; Little et al. 2004; Xiang y Li 2005; Mao et al. 2010; Yang et al. 2012) (Figuras 3 y 4), aunque Ran et al. (2010) lo define entre *Fokienia* y *Thujopsis*. Little et al. (2004), Mao et al. (2010) y Rushforth (2007) consideran que *Fokienia* se puede considerar dentro del género *Chamaecyparis*. Xiang y Li (2005) no descartan esta unión, pero consideran necesario un estudio más exhaustivo sobre el origen monofilético del clado.

Actualmente la taxonomía del género *Cupressus* se está viendo alterada tras el descubrimiento de *X. vietnamensis*. Las herramientas moleculares han permitido afirmar que el género *Cupressus* no es monofilético, sino que procede de dos grupos robustos que geográficamente se dividen entre el continente americano (región occidental) y Eurasia (región oriental). Las relaciones filogenéticas que mantienen este género unido dependen, según señalan Xiang y Li (2005), de la aceptación o no del género *Xanthocyparis* o de la inclusión de sus dos especies al género *Cupressus*. De aceptar este género se observa una clara división entre el clado formado por los *Cupressus* americanos junto con *Xanthocyparis*, y el clado compuesto por los *Cupressus* euroasiáticos (Little et al. 2004; Little 2006; Adams et al. 2009; Terry et al. 2012) (Figura 7).

Figura 7. Árbol más parsimonioso obtenido por la combinación de datos morfológicos y moleculares del género *Cupressus*. Los números presentados se refieren a las características morfológicas empleadas y su homoplasicidad. Las longitudes y forma de las ramas presentan la fortaleza de los clados. Cu: *Cupressus*, NW: New World (nuevo mundo); OW: Old World (viejo mundo). (Little et al. 2004).

Al ser un género de gran distribución, el estudio biogeográfico de *Juniperus* es muy interesante. Mao et al. (2010) y Adams (2011) describen la biogeografía de *Juniperus*, donde se observa que este género presenta tres secciones muy claras apoyadas por estudios filogenéticos: Sección *Caryocedrus*, Sección *Juniperus* y Sección *Sabina*. Morfológicamente (Farjon 2005) divide el género *Juniperus* también en tres secciones: *Oxycedrus*, *Squamata* y *Sabina*, pero no coincide con los estudios filogenéticos. La Sección *Caryocedrus* es la más primitiva y se compone únicamente de *J. drupacea*, propuesto como género independiente por Adams (2011). La Sección *Juniperus* se compone de dos subclades bien resueltos, que se diferencian morfológicamente por el color azul o rojo de sus frutos (Mao et al. 2010; Adams 2011). El grupo formado por *J. communis* y sus variedades, *J. taxifolia*, *J. rigida* y *J. formosana* se caracteriza por presentar sus frutos azules, frente a *J. oxycedrus*, *J. brevifolia* y *J. cedrus* que presentan sus frutos rojos. La Sección *Sabina* se compone de cinco clados monofiléticos (Mao et al. 2010; Adams 2011). Adams (2011) señala

que esta sección se puede dividir por la morfología de sus hojas entre hojas serradas, propias del hemisferio oeste, y hojas lisas, que se presentan en ambos hemisferios. [Mao et al. \(2010\)](#) y [Adams \(2011\)](#) coinciden en las especies que forman el clado II, formado por las especies que presentan las hojas serradas, presentes en el hemisferio oeste, y en el clado I, pero discrepan en el resto.

En la reconstrucción biogeográfica del género, los resultados de [Mao et al. \(2010\)](#) muestran que *Juniperus* y *Cupressus* comparten un ancestro común, cuya área de distribución fue probablemente Asia, y que *Juniperus* diverge de *Cupressus*. Para *Juniperus*, su área de origen podría ser Europa, Asia o una combinación de las dos zonas. De esta manera, la Sección *Caryocedrus* presenta su origen en Europa, donde se distribuye *J. drupacea*. Mientras que para la Sección *Juniperus* se considera que el ancestro se encontraba en Asia o Europa, y finalmente, que el de la Sección *Sabina* se encuentra en Asia. La dispersión de este género hacia el continente americano se postula que se originó por tres líneas diferentes, por los clados II y III de la Sección *Sabina* y por la dispersión de *J. communis* var. *depressa*, y la dispersión hacia el continente africano por las especies asiáticas.

Los géneros *Thujopsis* y *Thuja* forman un clado robusto ([Gadek y Quinn 1993](#); [Brunsfield et al. 1994](#); [Gadek et al. 2000](#); [Kusumi et al. 2000](#); [Little et al. 2004](#); [Xiang y Li 2005](#); [Mao et al. 2010](#); [Yang et al. 2012](#)) (Figuras 3 y 4). Dentro del género *Thuja*, [Mao et al. \(2010\)](#) señalan un grupo formado por *Th. koriaensis* y *Th. occidentalis* por un lado, y *Th. plicata* y *Th. standishii* por otro. Algunos géneros de Cupressaceae como *Calocedrus*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Thuja* y *Xanthocyparis*, presentan una distribución disjunta entre Norteamérica y Asia. El estudio de los patrones biogeográficos de estos géneros es muy interesante. A diferencia del género *Cupressus*, *Thuja* es monofilético, observándose en el estudio realizado por [Peng y Wang \(2008\)](#) la gran relación existente entre *Th. plicata* (Norteamérica) y *Th. koriaensis* (China y Corea), así como entre *Th. standishii* (Japón) con *Th. sutchuensis* (China).

Aunque filogenéticamente forme un clado fuerte con *Microbiota* y *Platyclusus* ([Gadek et al. 2000](#); [Little 2006](#); [Mao et al. 2010a](#); [Yang et al. 2012](#)), *Tetraclinis* ha sido considerado como punto de unión entre los géneros de Cupressaceae del hemisferio norte y del hemisferio sur ([Hart 1987](#); [Gadek & Quinn 1993](#)) (Figuras 3 y 4). [Saxton \(1913\)](#) describe esta situación por la relación entre *Tetraclinis* y *Juniperus*, que comparten distribución en Algeria (*J. thurifera*). Por su parte, el género *Juniperus* (*J. procera*) se encuentra en África Central con *W. whytei*, y los géneros *Tetraclinis* y *Widdringtonia* están a su vez relacionados por su semejanza morfológica en el desarrollo temprano del óvulo. Esta situación revela la relación entre los géneros del hemisferio norte y hemisferio sur siguiendo una línea en su evolución desde el norte hasta el sur de África. Probablemente, ese nexo de unión pueda estar justificado por la mayor área de distribución del género en otro tiempo. De hecho los registros fósiles destacan la presencia de *Tetraclinis* en el oeste de norteamérica ([Callahan 2013](#)) y en la isla de Gran Canaria ([Anderson et al. 2009](#)).

Calocedrus se distribuye de manera disjunta entre el oeste de Asia y Norteamérica. Estudios fósiles muestran la presencia de este género también en el este y sureste de Europa ([Shi et al. \(2012\)](#) avalando la unión de las especies de *Calocedrus* por el estrecho de Bering. [Tam y Trang \(2012\)](#) estudiaron la filogenia de este género permitiendo diferenciar mediante secuencias nrITS las especies asiáticas y norteamericanas, así como entre las dos especies asiáticas.

2. OBJETIVOS

Esta tesis doctoral tiene por objetivos: i) la revisión anatómica de la madera a nivel microscópico de Cupressaceae, ii) estudiar la anatomía de la madera de las muestras obtenidas y comparar los resultados con las descripciones anatómicas existentes, y iii) analizar los caracteres que podrían representar sinapomorfías de los clados delimitados por filogenia.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Material

Debido al gran número de especies que abarca este trabajo, ha sido necesario recurrir a la colaboración de varios centros e instituciones de distintos países. Catalogadas dentro del Index Xylariorum 4 (Stern 1988; Lynch & Gasson 2010) se encuentran:

- ✓ **BELJING:** *The Research Institute of Wood Industry (CRIWI), Chinese Academy of Forestry (CAF), (CAFw), Wan Shou Shan, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, People's Republic of China.*
- ✓ **CLAYTON SOUTH:** *CSIRO, (FPAw), - Forestry and Forest Products - Private Bag 10, Clayton South, Victoria 3169, Australia.*
- ✓ **KEW:** *Jodrell Laboratory, Royal Botanic Gardens Kew, (K-Jw), Richmond, Surrey TW9 3DS England, UK.*
- ✓ **KYOTO:** *Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, *(KYOw), Uji, Kyoto 611-0011, Japan.*
- ✓ **LEIDEN:** *Nationaal Herbarium Nederland, Universiteit Leiden branch, (Lw, RTIw, Uw), Einsteinweg 2, P.O. Box 9514, 2300 RA Leiden, Netherlands.*
- ✓ **MADISON:** *Forest Products Laboratory Wood Collection and Samuel J. Record Memorial Wood Collection, USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, (MADw, SJRw), One Gifford Pinchot Drive, Madison, WI 53726-2398, USA.*
- ✓ **MADRID:** *Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Centro de Investigación Forestal (CIFOR), Departamento de Productos Forestales, (MADRw), Ctra. de la Coruña Km. 7'5, 28040-Madrid, Spain.*
- ✓ **MADRID:** *Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, (UPMAw), Catedra de Tecnología de la Madera, Ciudad Universitaria, s/n 28040 Madrid, Spain.*
- ✓ **MONTPELLIER:** *CIRAD-Foret, (CTFw), TA 10/16, 73 rue Jean Francois Breton, 34398 Montpellier Cedex, France.*
- ✓ **OTTAWA:** *Eastern Laboratory, Forintek Canada Corporation, (OLw), 800 Montreal Road, Ottawa, Ontario, K1G 3Z5, Canada.*
- ✓ **TERVUREN:** *Tervuren Xylarium, Royal Museum for Central Africa, (Tw), Leuvensesteenweg 13, B-3080 Tervuren, Belgium.*
- ✓ **TSUKUBA:** *Forestry and Forest Products Research Institute, (TWTw), Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan.*
- ✓ **WASHINGTON:** *Department of Botany, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, (USw), Washington D.C. 20560, USA.*

La información del material empleado se encuentra recogida en la Tabla 1.

Tabla 1. Material estudiado con referencia a las colecciones de donde proceden. Las celdas resaltadas en gris corresponden con las especies de las que no se han obtenido muestras.

Género	Especies	Institución (Código)
<i>Actinostrobus</i> Miq.	<i>Actinostrobus acuminatus</i> Parl.	Forest Products Laboratory (SJRw 16595)
	<i>Actinostrobus arenarius</i> C.A.Gardner	Smithsonian Institution (USw 36022)
	<i>Actinostrobus pyramidalis</i> Miq.	Jodrell Laboratory (K-Jw1976; Jw1976 W2)
<i>Athrotaxis</i> D.Don	<i>Athrotaxis cupressoides</i> D.Don	Jodrell Laboratory (K-Jw18978 W2)
	<i>Athrotaxis laxifolia</i> Hook	Jodrell Laboratory (K-Jw18981)
	<i>Athrotaxis selaginoides</i> D.Don	CIRAD -Forêt (CTFw-18011 ch); Forest Products Laboratory (SJRw 16362); Jodrell Laboratory (K-Jw19042 W2); Smithsonian Institution (USw 42641)
<i>Austrocedrus</i> Florin&Boutelje	<i>Austrocedrus chilensis</i> (D.Don) Pic.Serm. & Bizarri	CIRAD -Forêt (CTFw-4870 ch - 4872 pl); Forest Products Laboratory (SJRw 33719); Universidad de Valdivia (= UPMAw-X1600); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X2206)
<i>Callitris</i> Vent.	<i>Callitris baileyi</i> C.T.White	
	<i>Callitris canescens</i> (Parl.)S.T.Blake	
	<i>Callitris columellaris</i> F.Muell.	Jodrell Laboratory (K-Jw 73695; Jw 24611); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0929; X1511; X1654); Smithsonian Institution (USw7236)
	<i>Callitris drummondii</i> (Parl.) F.Muell.	Forest Products Laboratory (MADw 2282)
	<i>Callitris endlicheri</i> (Parl.) F.M. Bailey	Jodrell Laboratory (K-Jw19080); Smithsonian Institution (USw4424)
	<i>Callitris macleayana</i> (F.Muell.) F.Muell.	Forest Products Laboratory (SJRw 33246); Jodrell Laboratory (K-Jw 19083); Smithsonian Institution (USw11616)
	<i>Callitris monticola</i> J.Garden	
	<i>Callitris muelleri</i> (Parl.)	
	<i>Callitris neocaledonica</i> Dummer	CSIRO (FPAw 34018)
	<i>Callitris oblonga</i> Rich.&A.Rich.	Smithsonian Institution (USw21480)
	<i>Callitris preissii</i> Miq.	Jodrell Laboratory (K-Jw19091 W2); Smithsonian Institution (USw12766)
	<i>Callitris rhomboidea</i> R.Br. ex Rich.&A.Rich.	Jodrell Laboratory (K-Jw19077); Smithsonian Institution (USw42642)
	<i>Callitris roei</i> (Endl.) F.Muell.	Smithsonian Institution (USw36028)
	<i>Callitris sulcata</i> (Parl.) Schltr.	Smithsonian Institution (USw 20835)
	<i>Callitris verrucosa</i> (A.cunn. ex Endl.) F.Muell.	Jodrell Laboratory (K-Jw19087); Smithsonian Institution (USw37760)
<i>Calocedrus</i> Kurz	<i>Calocedrus decurrens</i> (Torr.) Florin	Forest Products Laboratory (MADw 41763); Universiteit Leiden branch (Uw = UPMAw-X0068); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X1521; X1556; X1817)
	<i>Calocedrus formosana</i>	Jodrell Laboratory (K-Jw19096; Jw19096 W2)
	<i>Calocedrus macrolepis</i> Kurz	Jodrell Laboratory (K-Jw19095; Jw19286 W2)
<i>Chamaecyparis</i> Spach	<i>Chamaecyparis formosensis</i> Matsum.	Jodrell Laboratory (K-Jw19100); Universidad de Kyoto (KYOW = UPMAw-X0370); Smithsonian Institution (USw 21243)
	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A.Murray bis) Parl.	Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X1954; X2042); Smithsonian Institution (USw 32984)
	<i>Chamaecyparis obtusa</i> (Siebold&Zucc.) Endl.	Jodrell Laboratory (K-Jw19112); Universidad de Kyoto (KYOW = UPMAw-X0369); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X1524); Smithsonian Institution (USw 23692)
	<i>Chamaecyparis pisifera</i> (Siebold&Zucc.) Endl.	Jodrell Laboratory (K-Jw19137); Universiteit Leiden branch (Uw = UPMAw-X0080); Universidad de Kyoto (KYOW = UPMAw-X0371); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0106; X0931); Smithsonian Institution (USw 24508)

MATERIAL Y MÉTODOS

	<i>Chamaecyparis thyoides</i> (L.) Britton, Setrns & Poggenb.	Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X1596; X2429); Smithsonian Institution (USw 24508)
<i>Cryptomeria</i> D.Don	<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	Universidad de Kyoto (KYOw 17) ; Universiteit Leiden branch (Uw 57); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw- X0352; X0990; X1513; X1911)
<i>Cunninghamia</i> R.Br.	<i>Cunninghamia konishii</i> Hayata	Jodrell Laboratory (K-Jw19007); Universidad de Kyoto (KYOw = UPMAw-X0373); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw- X1519)
	<i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook	Jodrell Laboratory (K-Jw19006); Smithsonian Institution (USw 13472)
<i>Cupressus</i> L.	<i>Cupressus arizonica</i> Greene	Smithsonian Institution (USw36178); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0932; X1808; X2521); Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (MADRw 683)
	<i>Cupressus bakeri</i> Jeps.	Smithsonian Institution (USw32134); Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (MADRw 684)
	<i>Cupressus cashmeriana</i> Royle ex Carrière	Jodrell Laboratory (K-Jw19142)
	<i>Cupressus chengiana</i> S.Y.Hu	
	<i>Cupressus duclouxiana</i> Hickel	Smithsonian Institution (USw22613); Jodrell Laboratory (K-Jw19143)
	<i>Cupressus dupreziana</i> A. Camus	Jodrell Laboratory (K-Jw19145)
	<i>Cupressus funebris</i> Endl.	Smithsonian Institution (USw26630); Jodrell Laboratory (K-Jw19146)
	<i>Cupressus goveniana</i> Gordon	Smithsonian Institution (USw36143); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0933; X1220; X1585); Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (MADRw 686; MADRw 686-2)
	<i>Cupressus guadalupensis</i> S. Watson	Smithsonian Institution (USw19540); Jodrell Laboratory (K-Jw19149 W2); Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (MADRw 686-1)
	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Smithsonian Institution (USw20127); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X1219); Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (MADRw 687); Jodrell Laboratory (K-Jw19152)
	<i>Cupressus macnabiana</i> A.Murray	Smithsonian Institution (USw36099); Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (MADRw 687-1)
	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. ex Gordon	Smithsonian Institution (USw23162); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0028)
	<i>Cupressus sargentii</i> Jeps.	Smithsonian Institution (USw36122; USw36117)
	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Smithsonian Institution (USw37617); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0037; X0214; X1747; X1953)
	<i>Cupressus torulosa</i> D.Don	Smithsonian Institution (USw4432); Jodrell Laboratory (K-Jw70768)
<i>Diselma</i> Hook.f.	<i>Diselma archeri</i> Hook.f.	Forest Products Laboratory (SJRw 27044)
<i>Fitzroya</i> Lindl.	<i>Fitzroya cupressoides</i> (Molina) I.M.Johnston	CIRAD -Forêt (CTFw-7406 ch); Jodrell Laboratory (K-Jw19311 W2; Jw19183 W2); Forest Products Laboratory (SJRw 3747); Universidad de Valdivia (= UPMAw-X1604)
<i>Fokienia</i> A.Henry & H.H.Thomas	<i>Fokienia hodginsii</i> (Dunn) A.Henry & H.H.Thomas	Forest Products Laboratory (SJRw 23080); Jodrell Laboratory (K-Jw19189)
<i>Glyptostrobus</i> Endl.	<i>Glyptostrobus pensilis</i> (Stauton ex D.Don) K.Koch	Forest Products Laboratory (MADw 21169); Smithsonian Institution (USw 4420)
<i>Juniperus</i> L.	<i>Juniperus angosturana</i> R.P. Adams	
	<i>Juniperus ashei</i> J.Buchholz	Jodrell Laboratory (K-Jw 19216 W2)
	<i>Juniperus barbadensis</i> L.	Jodrell Laboratory (K-Jw 19210x1177); Smithsonian Institution (USw 21377)
	<i>Juniperus bermudiana</i> L.	Jodrell Laboratory (K-Jw 19193); Smithsonian Institution (USw 20671)
	<i>Juniperus blancoi</i> Martínez	Smithsonian Institution (USw 11035)
	<i>Juniperus brevifolia</i> (Seub.) Antoine	Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X2272; X2273; X2274; X2275; X2276; X2277)

MATERIAL Y MÉTODOS

<i>Juniperus californica</i> Carrière	Forestry and Forest Products Research Institute (TWTw 1518); Smithsonian Institution (USw 20889)
<i>Juniperus cedrus</i> Webb&Berthel	Jodrell Laboratory (K-Jw 19197); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0934; X2128)
<i>Juniperus chinensis</i> L.	Smithsonian Institution (USw 24509); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0113)
<i>Juniperus coahuilensis</i> (Martínez) Gaussen ex R.P. Adams	
<i>Juniperus comitana</i> Martínez	
<i>Juniperus communis</i> L.	Universiteit Leiden branch (Uw = UPMAw-X0085); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0935)
<i>Juniperus convallium</i> Rehder&E.H.Wilson	
<i>Juniperus deppeana</i> Steud	Smithsonian Institution (USw 21968); Tervuren Xylarium (Tw 47582)
<i>Juniperus drupacea</i> Labill.	Smithsonian Institution (USw 20560); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0124; X1221)
<i>Juniperus durangensis</i> Marínez	
<i>Juniperus excelsa</i> M.Bieb.	Smithsonian Institution (USw 37636; USw 3121); Tervuren Xylarium (Tw 18056); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0936; X1536)
<i>Juniperus flaccida</i> Schltdl.	Tervuren Xylarium (Tw 24581)
<i>Juniperus foetidissima</i> Willd.	Jodrell Laboratory (K-Jw 19207); Smithsonian Institution (USw 37776); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0940)
<i>Juniperus formosana</i> Hayata	Tervuren Xylarium (Tw 41650)
<i>Juniperus gamboana</i> Martínez	
<i>Juniperus gracilior</i> Plig.	Forest Products Laboratory (MADw 46289); Smithsonian Institution (USw 20523)
<i>Juniperus horizontalis</i> Moench	Smithsonian Institution (USw 23225); Tervuren Xylarium (Tw 30322)
<i>Juniperus indica</i> Bertol.	Tervuren Xylarium (Tw 49576)
<i>Juniperus jaliscana</i> Martínez	
<i>Juniperus komarovii</i> Florin	
<i>Juniperus monosperma</i> (Engeltn.) Sarg	Smithsonian Institution (USw 3653); Tervuren Xylarium (Tw 47571)
<i>Juniperus monticola</i> Martínez	Smithsonian Institution (USw7388)
<i>Juniperus occidentalis</i> Hook	Forestry and Forest Products Research Institute (TWTw 3022); Smithsonian Institution (USw 18871)
<i>Juniperus osteosperma</i> (Torr.) Little	Smithsonian Institution (USw 20939); Tervuren Xylarium (Tw 47588)
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	Forestry and Forest Products Research Institute (TWTw 4951); Smithsonian Institution (USw 23831); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0937; X1731; X1790; X2014)
<i>Juniperus phoenicea</i> L.	Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0046; X0938; X2127; X2205; X2353)
<i>Juniperus pinchotii</i> Sudworth	Smithsonian Institution (USw 14842); Tervuren Xylarium (Tw 27455)
<i>Juniperus pingii</i> Cheng&Ferre	
<i>Juniperus procera</i> Hochst. ex Endl.	Jodrell Laboratory (K-Jw 19240); Smithsonian Institution (USw 19056)
<i>Juniperus procumbens</i> (Siebold ex Endl.) Miq. in Siebold & Zuccarini	
<i>Juniperus przewalskii</i> Kom.	Chinese Academy of Forestry (CAFw = UPMAw-X2456)
<i>Juniperus pseudosabina</i> Fisch., Mey & Ave-Lall.	Jodrell Laboratory (K-Jw 19241 W2)
<i>Juniperus recurva</i> Buch.-Ham. ex D. Don	Jodrell Laboratory (K-Jw 19244 W2; Jw 70172); Smithsonian Institution (USw 31104)
<i>Juniperus rigida</i> Siebold & Zucc.	Jodrell Laboratory (K-Jw 19247)

MATERIAL Y MÉTODOS

	<i>Juniperus sabina</i> L.	Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0939; X1533; X2013)
	<i>Juniperus saltillensis</i> M. T. Hall	
	<i>Juniperus saltuaria</i> Rehder & Wils.	Chinese Academy of Forestry (CAFW 8630; CAFw = UPMAw-X2457)
	<i>Juniperus saxicola</i> Britton & P. Wilson	
	<i>Juniperus scopulorum</i> Sarg.	Smithsonian Institution (USw14270)
	<i>Juniperus semiglobosa</i> Regel	
	<i>Juniperus squamata</i> D. Don	Jodrell Laboratory (K-Jw 24638)
	<i>Juniperus standleyi</i> Steyermark	Smithsonian Institution (USw 19081)
	<i>Juniperus taxifolia</i> Hook. & Arn.	Forestry and Forest Products Research Institute (TWTw 8782; TWTw8786)
	<i>Juniperus thurifera</i> L.	Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0941; X1796; X1971)
	<i>Juniperus tibetica</i> Kom.	Chinese Academy of Forestry (CAFW = UPMAw-X2458)
	<i>Juniperus virginiana</i> L.	Forintek Canada Corporation, (OLw = UPMAw-X1735); Smithsonian Institution (USw 19758); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0942; X1222; X1534)
<i>Libocedrus</i> Endl.	<i>Libocedrus austrocaledonicus</i> Brongn.&Gris	
	<i>Libocedrus bidwilli</i> Hook.	Jodrell Laboratory (K-Jw 19285 W2); Forest Products Laboratory (SJRw = UPMAw-X1195); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X1558); Smithsonian Institution (USw 20187)
	<i>Libocedrus chevalieri</i> J. Buchholz	Smithsonian Institution (USw 20842)
	<i>Libocedrus plumosa</i> (D.Don) Sarg.	Jodrell Laboratory (K-Jw 19280 W2); Smithsonian Institution (USw 19329)
	<i>Libocedrus yateensis</i> Guillaumin	
<i>Metasequoia</i> Hu & W.C.Cheng	<i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu & W.C.Cheng	Jodrell Laboratory (K-Jw 24607 W2); Forest Products Laboratory (SJRw 45026)
<i>Microbiota</i> Komarov	<i>Microbiota decussata</i> Komarov	Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X1198)
<i>Neocallitropsis</i> Florin	<i>Neocallitropsis pancheri</i> (Carrière) de Laub.	Forest Products Laboratory (SJRw 51802)
<i>Papuacedrus</i> H.L.Li	<i>Papuacedrus papuana</i> (F. Muell.) H.L.Li	CIRAD -Forêt (CTFw-19494 ch); Jodrell Laboratory (K-Jw 19275 W2); Forest Products Laboratory (MADw 29180); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X1194; X1202)
<i>Pilgerodendron</i> Florin	<i>Pilgerodendron uviferum</i> (D.Don) Florin	Forest Products Laboratory (SJRw 3768; SJRW = UPMAw-X1204); Universidad de Valdivia (= UPMAw-X1617)
<i>Platycladus</i> Spach	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	Jodrell Laboratory (K-Jw71699 W2); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0928; X1512)
<i>Sciadopitys</i> Siebold & Zucc.	<i>Sciadopitys verticillata</i> (Thunb.) Siebold & Zucc.	CIRAD -Forêt (CTFw-11468 ch - 19342 ch); Jodrell Laboratory (K-Jw18020 W2); Universidad de Kyoto (KYOW = UPMAw-X0377); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X1516)
<i>Sequoia</i> Endl	<i>Sequoia sempervirens</i> (D.Don) Endl	Tervuren Xylarium (Tw 45912)
<i>Sequoiadendron</i> J.Buchholz	<i>Sequoiadendron giganteum</i> (Lindl.) J.Buchholz	Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X1212; X1559; X2270); Forest Products Laboratory (MADw 5108; MADw 10248);
<i>Taiwania</i> Hayata	<i>Taiwania cryptomerioides</i> Hayata	CIRAD -Forêt (CTFw-4083 ch); Universidad de Kyoto (KYOW 32); Forest Products Laboratory (SJRw 47339); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X1527)
<i>Taxodium</i> Rich.	<i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich	Forest Products Laboratory (SJRw 45915); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X1329)
	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	Jodrell Laboratory (K-Jw 19058 W2)
<i>Tetraclinis</i> Mast.	<i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Mast.	Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0943; X1523)
<i>Thuja</i> L.	<i>Thuja koraiensis</i> Nakai	Forestry and Forest Products Research Institute (TWTw 4052)

	<i>Thuja occidentalis</i> L.	Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0944; X1238); Smithsonian Institution (USw14295)
	<i>Thuja plicata</i> Donn ex D.Don	Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0108; X0945; X1510); Smithsonian Institution (USw18448)
	<i>Thuja standishii</i> (Gordon) Carrière	Universidad de Kyoto (KYOW = UPMAw-X0379); Smithsonian Institution (USw19665)
	<i>Thuja sutchuenensis</i> Franch	Chinese Academy of Forestry (CAFW = UPMAw-X2455)
<i>Thujopsis</i> Siebold & Zucc. ex Endl.	<i>Thujopsis dolabrata</i> (L. f.) Siebold & Zucc.	CIRAD –Forêt (CTFW-11472 ch – 19346 ch); Jodrell Laboratory (K-Jw19329 W2); Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw- X0380; X1535)
<i>Widdringtonia</i> Endl.	<i>Widdringtonia cedarbergensis</i> J.A.Marsh	Jodrell Laboratory (K-Jw19369 W2)
	<i>Widdringtonia nodiflora</i> (L.) Powrie	Jodrell Laboratory (K-Jw19336 W2; Jw19183)
	<i>Widdringtonia schwarzii</i> (Marloth) Mast.	Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X1215); Smithsonian Institution (USw18585)
	<i>Widdringtonia whytei</i> Rendle	Jodrell Laboratory (K-Jw19337); Smithsonian Institution (USw22649)
<i>Xanthocyparis</i> Farjon&Hiep	<i>Xanthocyparis nootkatensis</i> (D.Don) Farjon&Harder	Universidad Politécnica de Madrid (UPMAw-X0930)
	<i>Xanthocyparis vietnamensis</i> Farjon & Hiep	Forest Products Laboratory (MADw 33537)

3.2 Metodología

3.2.1. Preparación de las muestras

La realización de las preparaciones microscópicas ha seguido los métodos tradicionales de reblandecimiento, corte, tinción y montaje (Figura 8). A continuación se realiza una breve descripción de los pasos a seguir.

1. Orientación de la muestra: Cada una de las muestras debe cortarse en cubos de aproximadamente 1 cm x 1 cm de sección y 1,5 cm de longitud con los tres cortes, transversal, tangencial y radial, orientados. Siempre que sea posible se prepararán tres cubos, uno para cada uno de los cortes, con el fin de evitar la deformación que originan las garras del portaprobetas del microtomo sobre las caras que se ajustan. (Figura 8 A)
2. Ablandamiento en estufa: Para ablandar la muestra se sumerge en agua en un bote de cristal destapado y se introduce en la estufa a una temperatura de 90°C. El tiempo necesario para ablandar la muestra depende de la especie, necesitando añadir en algunos casos glicerina al 50% con agua para acelerar el proceso. (Figura 8 B)
3. Corte de la muestra: Para la realización de los cortes se coloca el cubo orientado en el portaprobetas del microtomo, con el corte que se quiere realizar en la parte superior, y se sujeta con las mordazas. Se establece como espesor de corte de las láminas entre 10 y 15 µm. La cuchilla se sitúa con un ángulo variable entre 0 y 45° con respecto a la cara de la muestra, y el ángulo de ataque se encuentra en torno a los 15 o 20°. Mientras se realizan los cortes, la muestra debe mantenerse húmeda, añadiéndose agua sobre ella con un pincel, que también se utilizará para recoger las láminas cortadas y pasarlas a un vidrio de reloj con agua. Cuando los tres cortes se realizan sobre la misma muestra se recomienda comenzar por la superficie radial, siguiendo por la tangencial, y por último, la transversal. (Figura 8 C, D)

Si no se va a realizar el teñido y montaje de forma inmediata, conviene guardar las muestras en agua con alcohol.

4. Tinción de los cortes: Una vez obtenidos los cortes de las tres secciones, se procede a la tinción de los mismos para facilitar la observación de los distintos caracteres anatómicos de la madera. El reactivo a utilizar será una disolución de safranina que dará un tono rojizo a las muestras. Esta disolución se compone de 0,5 g de safranina en polvo, 100 ml de agua destilada y 100 ml de alcohol de 96%. Se colocan las láminas seleccionadas en un vidrio de reloj, se elimina el exceso de agua y se añaden unas gotas de la disolución de safranina. A continuación se retira el reactivo sobrante y se lavan las muestras con alcohol de 96% que detendrá la acción del tinte (Figura 8 E). Una vez teñidas las muestras es necesario deshidratarlas para su posterior montaje. Para ello se someten a dos nuevos procesos de lavado con alcohol de 96% y alcohol absoluto respectivamente. Por último se retira el exceso de alcohol absoluto y se sumergen las muestras en xileno donde permanecerán hasta que se monten (Figura 8 F). Si al añadir el xileno el líquido adquiriese un aspecto lechoso, habría que volver a lavar las muestras nuevamente con alcohol absoluto, ya que indicaría que todavía existen restos de agua en las preparaciones.
5. Montaje de las preparaciones: Para el montaje se colocan los tres cortes debidamente recortados sobre el portaobjetos de dimensiones 26 x 76 mm. La situación de los mismos es lineal empezando por el corte transversal, seguido del tangencial y por último el radial. Se añaden unas gotas de pegamento Eukitt, neutro e incoloro, y se coloca el cubreobjetos de 24 x 40 mm, dejándolo resbalar suavemente con la ayuda de un punzón para evitar la formación de burbujas de aire. Se dejan secar al aire durante al menos siete días, tiempo mínimo necesario para garantizar que el pegamento se haya secado.
6. Limpieza de la preparación: Transcurrido el tiempo de secado se procede a limpiar el exceso de pegamento que haya rebosado sobre la periferia del cubreobjetos, eliminándolo con un bisturí o cuchilla. Posteriormente se limpia con alcohol. (Figura 8 G)
7. Etiquetado: Para garantizar la trazabilidad de la muestra, las preparaciones microscópicas ya montadas se etiquetan con el nombre de la especie y el código de la muestra macroscópica de la que procede, así como el código correspondiente a la preparación. (Figura 8 G)

Los cubos de madera orientados, empleados para la obtención de los tres cortes como se ha descrito anteriormente, son empleados también para su observación en el microscopio electrónico. Los pasos necesarios para preparar la muestra son:

1. Secado: Una vez obtenida la preparación microscópica, los cubos de madera deben ser sometidos a un tratamiento de deshidratación hasta el estado anhidro. Para ello se dejan secar unas semanas al aire. Una vez secos, se introducen en la estufa a una temperatura suave entre 20 y 30° para eliminar el resto de agua sobrante, durante al menos tres días antes de su observación en el microscopio electrónico.
2. Limpieza: la limpieza de las secciones de observación debe ser minuciosa, empleando para ello el uso de pinceles y peras de aire.
3. Recubrimiento: Se fijan las muestras en un soporte metálico, utilizando los adhesivos recomendados por los fabricantes. Seguidamente, el conjunto de portamuestras y pieza es sometido a vacío e inmediatamente después, a un recubrimiento superficial con una mezcla platino-oro para su observación en el microscopio electrónico. Dicho

MATERIAL Y MÉTODOS

recubrimiento es superficial, pero profundiza lo suficiente como para navegar por el interior de cualquier elemento del xilema.

Figura 8. Preparación de las muestras. A, Orientación de las muestras. B, Ablandamiento en estufa. C-D, Corte de la muestra. E-F, Tinción de los cortes. G, Limpieza y etiquetado.

3.2.2. Descripción de las especies. Reproducción fotográfica

La descripción se realizará por elementos según el código establecido por [IAWA Committee \(2004\)](#) para la identificación de coníferas. Estas descripciones se basan en la observación microscópica de las muestras en los microscopios óptico y electrónico.

Las imágenes obtenidas corresponden a los caracteres observados.

3.2.3. Equipos empleados

Equipos utilizados en el Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Unidad Docente de Tecnología de la Madera, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid. (Figura 9 A-F)

Binocular (Figura 9 A):

- Marca: NIKON
- Modelo: SMZ-U
- Zoom: 1:10
- Oculares: UW10xA/24

Estufa (Figura 9 B):

- Marca: HERAEUS
- Modelo: VT 6025
- N° Serie: 50049957
- Tª máxima: 200°C
- División escala: 0.1°C

Microtomo (Figura 9 C):

- Marca: LEICA
- Modelo: SM 2400
- Rango: 1-40 µm
- División escala: 1 µm
- Cuchilla: acero inoxidable marca Feather N35, desechables

Microscopio óptico (Figura 9 D):

- Marca: LEICA
- Modelo: DM2500
- Cámara: DFC 420
- Software de tratamiento de imágenes: IM50 v.5 release 220

Metalizador (Figura 9 E):

- Marca: BTL-TEC
- Modelo: SCD 005

Microscopio electrónico (Figura 9 F):

- Marca: JEOL
- Modelo: JSM-6380

Equipos utilizados en el National Museum of Natural History del Smithsonian Institution, en Washington D.C., Estados Unidos. (Figura 9 G-H)

Estufa:

- Marca: THERMOLYNE
- Modelo: HP-A1915B
- N° Serie: 1900
- Tª máxima: 600°F
- División escala: 100°C

Microtomo (Figura 9 G):

- Marca: REICHERT
- Número: 17444
- Rango: 1-30 μm
- División escala: 1 μm
- Cuchilla: desechable marca Feather N35

Microscopio electrónico (Figura 9 H):

- Marca: PHILLIPS
- Modelo: XL-30 ESEM
- Software de tratamiento de imágenes: Scandium

Microscopio electrónico:

- Marca: LEICA
- Modelo: STEREO SCAN 440
- Software de tratamiento de imágenes: analySIS Docu

Figura 9. Equipos empleados. A, Binocular. B, Estufa. C, Microtomo. D, Microscopio óptico. E, Metalizador. F, Microscopio electrónico. G, Microtomo empleado en el NMNH (*National Museum of Natural History*). H, Microscopio electrónico empleado en el NMNH.

3.2.4. Generación de las fichas descriptivas

Los diferentes géneros y especies se describen de la siguiente manera:

- ✓ Información general y distribución geográfica de la especie. En este apartado se informa de los nombres comunes, distribución de la especie y rango altitudinal en la que se encuentran sus masas. También la situación de la especie según [IUCN \(2014\)](#), amenazas y medidas de conservación. Finalmente los usos de la madera de cada especie.
- ✓ Sinónimos. Empleando la base de datos proporcionada por [Govaerts y Farjon \(2014\)](#), se enumeran los sinónimos y nombres a los que se ha referido a la especie.
- ✓ Propiedades físicas. Se recopilan las descripciones macroscópicas de cada especie. Se describe la diferenciación o no de la albura y el duramen, así como los colores y tonalidades descritas para cada uno. También se describe el olor y sabor de la madera.
- ✓ Anatomía de la madera. Revisión. En este apartado se agrupan las descripciones microscópicas de la especie, teniendo en cuenta las características anatómicas descritas por [IAWA Committee \(2004\)](#) para la identificación de coníferas. Esta sección se subdivide en: anillos de crecimiento, traqueidas, parénquima axial, radios leñosos, canales resiníferos y por último, inclusiones minerales.
- ✓ Resultados. Se incorpora una tabla descriptiva que resume las características observadas en cada especie (ejemplo, Tabla 2).
- ✓ Anatomía comparada. Se discuten las características observadas con la bibliografía estudiada.
- ✓ Láminas. Se presenta una composición de imágenes de los caracteres anatómicos más destacados, observados al microscopio óptico y electrónico, con sus respectivas escalas. Las imágenes no están alteradas por medio de ningún programa informático.

3.2.5. Identificación de caracteres ancestrales y sinapomorfías

La reconstrucción del estado ancestral de los caracteres anatómicos de la madera ha sido realizada mediante la asignación de sus estados al árbol obtenido de Cupressaceae s.l. basado en la combinación de los genes LFY, NLY, matK y rps3 de [Yang et al. \(2012\)](#), adaptada y completada con estudios filogenéticos específicos para los género *Cupressus* ([Little 2006](#)) y *Callitris* ([Gadek et al. 2000](#); [Piggin y Bruhl 2010](#)) (Figura 10). Para la optimización a lo largo de las ramas de los caracteres ancestrales se ha empleado la opción “Trace Character History”, opción del paquete informático de Mesquite 3.04 ([Maddison y Maddison, 2015](#)).

3.2.6. Abreviaciones

Para facilitar la redacción y lectura de la tesis se emplean las abreviaturas definidas en la Tabla 3.

Tabla 2. Caracteres anatómicos observados por especie. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por IAWA Committee (2004).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Nombre de la especie</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	
	Poco o nada diferenciados (41)	
	Transición abrupta (42)	
	Transición gradual (43)	
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	
	Punteaduras tangenciales	
	Depósitos (48)	
	Espacios intercelulares (53)	
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	
	Verrugosidades (60)	
	Engrosamientos helicoidales (61)	
	Engrosamientos callitroides (71)	
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	
	Trabécula	
Parénquima axial	Presente (72)	
	Distribución difusa (73)	
	Distribución tangencial (74)	
	Distribución terminal (75)	
	Paredes transversales lisas (76)	
	Paredes transversales irregulares (77)	
	Paredes transversales noduladas (78)	
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	
	Traqueidas radiales ausentes (80)	
	Paredes finales lisas (85)	
	Paredes finales noduladas (86)	
	Paredes horizontales lisas (87)	
	Paredes horizontales punteadas (88)	
	Hendiduras (89)	
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	
	Cupresoides (93)	
	Taxodioides (94)	
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	
	Entre 5-15 células de altura	
	Entre 16-30 células de altura	
	>30 células de altura	
	Uniseriados (107)	
	Parcialmente biseriados (108)	
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	
Inclusiones minerales	Presentes (118)	

Tabla 3. Listado de abreviaturas empleadas en esta tesis.

Abreviación	Nombre	Abreviación	Nombre
<i>Act.</i>	<i>Actinostrobus</i>	MP	Máxima Parsimonia
<i>Ath.</i>	<i>Athrotaxis</i>	ML	Máxima Verosimilitud
<i>Ca.</i>	<i>Callitris</i>	BI	Inferencia Bayesiana
<i>Cal.</i>	<i>Calocedrus</i>	NJ	Neighbour-Joining
<i>Ch.</i>	<i>Chamaecyparis</i>	<i>s.s.</i>	<i>sensu stricto</i>
<i>Cu.</i>	<i>Cunninghamia</i>	<i>s.l.</i>	<i>sensu lato</i>
<i>C.</i>	<i>Cupressus</i>		
<i>J.</i>	<i>Juniperus</i>		
<i>L.</i>	<i>Libocedrus</i>		
<i>T.</i>	<i>Taxodium</i>		
<i>Th.</i>	<i>Thuja</i>		
<i>W.</i>	<i>Widdringtonia</i>		
<i>X.</i>	<i>Xanthocyparis</i>

Figura 10. Relaciones filogenéticas de Cupressaceae *sensu lato* establecidas por Yang et al. (2012), adaptada y completada con estudios filogenéticos específicos para los géneros *Cupressus* (Little 2006) y *Callitris* (Gadek et al. 2000; Piggin y Bruhl 2010). ¹Región occidental. ²Región oriental.

4. RESULTADOS

4.1. Fichas descriptivas

A continuación se muestran las fichas descriptivas de los géneros de Cupressaceae y *Sciadopitys* siguiendo un orden alfabético.

4.1.1.- Anatomía de la madera del género *Actinostrobus* Miq. (1845).

El género *Actinostrobus* Miq. se distribuye por toda la zona suroeste de Australia. Consta de 3 especies (Govaerts y Farjon 2014): *Act. acuminatus* Parl., *Act. arenarius* C.A.Gardner y *Act. pyramidalis* Miq.

IUCN (2014) muestra para este género una tendencia poblacional creciente en *Act. arenarius* y *Act. pyramidalis*, catalogadas como LC (sin amenazas). Sin embargo *Act. acuminatus* presenta una tendencia estable y está catalogada como amenazada (NT), debido al aumento de la frecuencia de incendios y a la fragmentación de su hábitat.

Aunque taxonómicamente no se está viendo afectado, los estudios filogenéticos actuales muestran su ubicación dentro del género *Callitris*.

4.1.1.1. *Actinostrobus acuminatus* Parl.

Información general y distribución geográfica

Actinostrobus o Dwarf Cypress. Se distribuye a lo largo del suroeste de Australia, desde el sur de Three Spring hasta Perth Region, en altitudes cercanas al nivel del mar (Farjon 2005).

No se han registrado usos para esta madera.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Actinostrobus acuminatus* Parl., Index Seminum (FI) 1862: 25 (1862).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Callitris acuminata* (Parl.) F.Muell., Syst. Census Austral. Pl. 1: 109 (1882).
 - Sinónimo taxonómico:
 - *Actinostrobus acuminatus* subsp. *psammophilus* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 16: 4 (2009).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono más oscuro el duramen y la albura blanquecina (Phillips 1948). Carente de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Esteban et al. 2002, 2004; Heinz 2004), descritos como indiferenciados por Phillips (1948) y Greguss (1955). Venas axiales de células de xilema distorsionadas presentes (Heady y Evans 2005). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban et al. 2002, 2004), ocasionalmente redondeado

en la madera tardía (Phillips 1948). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban et al. 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociada a la madera tardía (Greguss 1955). Engrosamiento callitroide (Phillips 1948; Barefoot y Hankins 1982; Heady y Evans 2005). No se han descrito depósitos en las traqueidas. Verrugosidades muy prominentes (Heady y Evans 2005). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Greguss 1955; Esteban et al. 2002, 2004) y tangencial (Phillips 1948; Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban et al. 2002, 2004; Heinz 2004). **Radial leñosos.-** Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Greguss 1955; Esteban et al. 2002, 2004), salvo en algunos casos donde se citan punteadas de manera ocasional (Greguss 1955; Phillips 1948), siendo las paredes finales lisas (Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban et al. 2002, 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoide (Phillips 1948; Esteban et al. 2002, 2004). Frecuentemente entre 2 y 4 punteaduras por campo (Phillips 1948; Esteban et al. 2004), con un valor máximo descrito de hasta 10 punteaduras (Esteban et al. 2002). Radial casi exclusivamente uniseriados, salvo en algunos casos donde se citan parcialmente biseriados (Phillips 1948). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban et al. 2004), aunque también se han descrito inferiores entre 1 y 6 (Greguss 1955; Esteban et al. 2002), y superiores, con un máximo de 24 células (Phillips 1948). **Canales resiníferos.-** No se han citado. **Inclusiones minerales.-** No se han descrito.

4.1.1.2. *Actinostrobus arenarius* C. A. Gardner

Información general y distribución geográfica

Actinostrobus. Se distribuye a lo largo del suroeste de Australia, desde el Lake Grace hasta Murchison River, en altitudes comprendidas entre el nivel del mar y 200 m (Farjon 2005).

No se han registrado usos para esta madera. Plantada localmente de manera ornamental.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Actinostrobus arenarius* C.A.Gardner, J. Roy. Soc. Western Australia 47:54 (1964).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Actinostrobus pyramidalis* var. *arenarius* (C.A.Gardner) Silba, Phytologia Mem. 7: 11 (1984).
 - *Actinostrobus pyramidalis* subsp. *arenarius* (C.A.Gardner) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 1 (2006).
 - *Callitris arenaria* (C.A.Gardner) J.E.Piggin & J.J.Bruhl, Austral. Syst. Bot. 23: 82 (2010).

Propiedades físicas

Albura y duramen poco diferenciados, de color marrón claro (Heady y Evans 2005). Carente de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

La madera de esta especie se describió por primera vez por Heady y Evans (2005). **Anillos de crecimiento.-** Diferenciados, transición abrupta. Venas axiales de células de xilema distorsionadas presentes. **Traqueidas.-** Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada, aunque se citan biseriadas opuestas ocasionales. No se

describen punteaduras en la pared tangencial. No se han descrito depósitos en las traqueidas. Punteaduras areoladas con toro definido, ocasionalmente acompañado de extensiones. Verrugosidades muy prominentes. Sin engrosamientos helicoidales. Engrosamientos callitroides presentes en la madera tardía. Presencia ocasional de trabécula. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución tangencial. Paredes transversales lisas. **Radios leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales y finales lisas. Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoide, frecuentemente entre 2 y 5 punteaduras por campo. Los engrosamientos callitroides también aparecen en las punteaduras de los campos de cruce. Radios casi exclusivamente uniseriados y ocasionalmente parcialmente biseriados. De baja altura. **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.1.3. *Actinostrobus pyramidalis* Miq.

Información general y distribución geográfica

Actinostrobus, Swan River Cypress o Swamp Cypress. Se distribuye a lo largo del suroeste de Australia, desde el sur de Lynton hasta Albany, en altitudes comprendidas entre el nivel del mar y 100 m (Farjon 2005).

No se han registrado usos para esta madera. Plantada localmente de manera ornamental.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Actinostrobus pyramidalis* Miq. in J.G.C.Lehmann, Pl. Preiss. 1: 644 (1845).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Callitris actinostrobus* F.Muell., Rep. Burdekin Exped.: 19 (1860).
 - *Frenela actinostrobus* (F.Muell.) F.Muell., Select Pl.: 5 (1872).
 - *Callitris pyramidalis* (Miq.) J.E.Piggin & J.J.Bruhl, Austral. Syst. Bot. 23: 83 (2010).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono más oscuro el duramen y la albura blanquecina (Phillips 1948). Carente de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Greguss 1955; Esteban et al. 2002, 2004; Heinz 2004), descritos como indiferenciados únicamente por Phillips (1948) y Greguss (1955). Venas axiales de células de xilema distorsionadas presentes (Heady y Evans 2005). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban et al. 2002, 2004), ocasionalmente redondeado en la madera tardía (Phillips 1948). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Baker y Smith 1910; Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban et al. 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociada a la madera tardía (Greguss 1955). Engrosamiento callitroide (Phillips 1948; Barefoot y Hankins 1982; Heady y Evans 2005). No se han descrito depósitos en las traqueidas. Verrugosidades claramente visibles (Wardrop et al. 1959; Cronshaw et al. 1961; Esteban et al. 2002; IAWA Committee 2004; Heady y Evans 2005). No se describen engrosamientos helicoidales. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Greguss 1955; Esteban et al. 2002, 2004) y tangencial (Phillips 1948; Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban et al. 2002, 2004; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Sin traqueidas radiales.

Paredes horizontales lisas (Greguss 1955; Esteban et al. 2002, 2004; Heinz 2004), salvo en algunos casos donde se citan punteadas de manera ocasional (Phillips 1948; Greguss 1955), siendo las paredes finales lisas (Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban et al. 2002, 2004; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoide (Phillips 1948; Esteban et al. 2002, 2004; Heinz 2004). Frecuentemente entre 2 y 4 punteaduras por campo (Baker y Smith 1910; Phillips 1948; Esteban et al. 2002, 2004). Radios casi exclusivamente uniseriados (Phillips 1948; Esteban et al. 2002, 2004), salvo en algunos casos donde se citan parcialmente biseriados (Phillips 1948). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban et al. 2004), aunque también se han descrito inferiores entre 1 y 8 (Greguss 1955; Esteban et al. 2002), y superiores, con un máximo de 24 células (Phillips 1948). **Canales resiníferos.**- Canales resiníferos traumáticos (Baker y Smith 1910). **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en las especies del género *Actinostrobus*.

RESULTADOS

Tabla 4. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Actinostrobus*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Act. acuminatus</i>	<i>Act. arenarius</i>	<i>Act. pyramidalis</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X	X	(X)
	Poco o nada diferenciados (41)	-	-	X
	Transición abrupta (42)	-	-	-
	Transición gradual (43)	X	X	X
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	X	X	X
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X	X	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	-	-	-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	-	-	-
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-	-	-
	Punteaduras tangenciales	-	-	-
	Depósitos (48)	-	-	-
	Espacios intercelulares (53)	-	-	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X	X	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	(X)	(X)	(X)
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-	-	-
	Verrugosidades (60)	X	X	X
	Engrosamientos helicoidales (61)	-	-	-
	Engrosamientos callitroides (71)	X	X	X
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-	-	-
	Trabécula	X	X	X
Parénquima axial	Presente (72)	X	X	X
	Distribución difusa (73)	-	-	(X)
	Distribución tangencial (74)	X	X	X
	Distribución terminal (75)	-	(X)	(X)
	Paredes transversales lisas (76)	X	X	X
	Paredes transversales irregulares (77)	-	-	-
	Paredes transversales noduladas (78)	-	-	-
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-	-	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X	X	X
	Paredes finales lisas (85)	X	X	X
	Paredes finales noduladas (86)	-	-	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X	X	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-	-	-
	Hendiduras (89)	-	-	-
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-	-	-
	Cupresoides (93)	X	X	X
	Taxodioides (94)	-	-	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-	-	-
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X	X	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-	-	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	X	X	X
	Entre 5-15 células de altura	(X)	(X)	(X)
	Entre 16-30 células de altura	-	-	-
	>30 células de altura	-	-	-
	Uniseriados (107)	X	X	X
	Parcialmente biseriados (108)	-	-	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-	-	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-	-	-

Anatomía comparada

Género muy asociado a *Callitris* (Patton 1927; Phillips 1948), siendo indiferenciables sus maderas según Patton (1927).

De forma genérica puede considerarse con una albura y duramen diferenciados, de color marrón claro o pardo amarillento el duramen y la albura blanquecina. Sin olor ni sabor característicos.

Anatómicamente, *Actinostrobus* (Tabla 4) presenta anillos de crecimiento diferenciados de transición gradual (Figura 11 A, B), carácter propio de coníferas de las regiones templadas y boreales, describiéndose en algunos casos como indiferenciados en *Act. acuminatus* (Phillips 1948; Greguss 1955) y como se observa en *Act. pyramidalis* (Figura 11 C) (Phillips 1948; Greguss 1955).

Traqueidas de contorno poligonal, ocasionalmente descrito como redondeado en la madera de primer crecimiento (Phillips 1948; Gaussen 1968). Punteaduras areoladas dispuestas exclusivamente de manera uniseriada en la pared radial. No se han observado punteaduras en la pared tangencial en ninguna de las especies, aunque han sido citadas en *Act. acuminatus* y *Act. pyramidalis* (Greguss 1955). Punteaduras areoladas con toro definido (Figura 11 I). Presencia ocasional de extensiones de toro (Willebrand 1995). Sin engrosamientos helicoidales.

Engrosamiento callitroide presente en todas la especies (Figura 11 J, K, L), de manera más generalizada en la madera tardía. Según Heady y Evans (2005) la morfología de estos engrosamientos son similares a los encontrados en *Callitris*, apoyando la gran relación existente entre ambos géneros. La presencia de verrugosidades es común a todas las especies (Figura 12 A, B, C), visibles incluso en el microscopio óptico. El gran tamaño de sus verrugas es muy similar al descrito por Heady y Evans (2005) para *Ca. drummondii*. Se observa la presencia de trabécula en todas las especies (Figura 12 D, E).

Parénquima axial presente. Distribuido generalmente de manera tangencial (Figura 11 A), se observa de manera ocasional difuso en *Act. pyramidalis* como también establecen Greguss (1955) y Esteban et al. (2002, 2004), y terminal en *Act. arenarius* (Figura 11 B) y *Act. pyramidalis*, distribución no citada anteriormente para este género. Pared transversal lisa (Figura 11 D).

Radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial. Paredes horizontales y finales lisas (Figura 12 F) al igual que cita la bibliografía. Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoides (Figura 12 G, H), con un rango observado superior en *Act. acuminatus* entre 2 y 4, siendo entre 1 y 2 en *Act. arenarius* y *Act. pyramidalis*. La bibliografía citada muestra un rango generalizado entre 2 y 4 punteaduras por campo (Baker y Smith 1910; Patton 1927; Phillips 1948; Esteban et al. 2002, 2004; Heady y Evans 2005).

Radios leñosos exclusivamente uniseriados, aunque se citan parcialmente biseriados en todas ellas (Peirce 1937; Phillips 1948; Heady y Evans 2005). Radios leñosos de altura media baja, entre 1 y 8 células en *Act. acuminatus*, entre 1 y 7 en *Act. arenarius* y entre 1 y 12 en *Act. pyramidalis*. Los rangos descritos en la literatura encontrada no son homogéneos.

Se ha citado la presencia de canales resiníferos traumáticos en *Act. pyramidalis* (Baker y Smith 1910), pero como se explica en el artículo de Heady y Evans (2005), su estructura corresponde a venas axiales. No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

La presencia de venas axiales, diferentes a los canales resiníferos traumáticos debido a la ausencia del conducto y resina, se ha observado en todas las especies (Figura 11 E, F, G, H), al igual que señalan [Heady y Evans \(2005\)](#).

La presencia de engrosamientos callitroides ha sido empleada fundamentalmente para separar el género *Callitris* del resto de géneros. Sin embargo este carácter fue descrito por [Heady y Evans \(2005\)](#) en *Actinostrobus* y en este trabajo se han observado en las tres especies, aunque en *Act. acuminatus* sólo de forma ocasional, lo que limita su uso en la diferenciación entre *Callitris* y *Actinostrobus*.

No existen características cualitativas que permitan diferenciar las especies de *Actinostrobus* entre sí. Algunos autores señalan una posible diferenciación de manera cuantitativa. [Heady y Evans \(2005\)](#) señalan la altura de los radios y el número de punteaduras de campo de cruce como características diferenciadoras, [Esteban et al. \(2004\)](#) el número de radios y el diámetro de las punteaduras, y finalmente [Greguss \(1955\)](#) la altura de los radios y el tamaño de las verrugosidades.

Láminas del género *Actinostrobus*

Figura 11. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Actinostrobus*. I. A, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición gradual y parénquima axial en distribución tangencial. *Act. acuminatus*. B, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición gradual y parénquima axial en distribución terminal. *Act. arenarius*. C, Anillo de crecimiento poco o nada diferenciado. *Act. pyramidalis*. D, Pared transversal del parénquima axial lisa. *Act. pyramidalis*. E, Axial veins. *Act. acuminatus*. F-G, Axial veins. *Act. arenarius*. H, Axial veins. *Act. pyramidalis*. I, Toro definido. *Act. pyramidalis*. J-L, Engrosamiento callitroide. *Act. acuminatus*, *Act. arenarius*, *Act. pyramidalis*. Escalas: A-B-C-E-G, 200 μ m; D, 20 μ m; F-H, 100 μ m; J, 10 μ m; K, 5 μ m.

Figura 12. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Actinostrobus* II. A-C, Verrugosidades. *Act. acuminatus*, *Act. arenarius*, *Act. pyramidalis*. D-E, Trabécula. *Act. acuminatus*, *Act. pyramidalis*. F, Paredes horizontales y finales del parénquima radial lisas. *Act. arenarius*. G-H, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide. *Act. acuminatus*. Escalas: B-C-H, 10 μm ; D-F-G, 20 μm ; E, 5 μm .

4.1.2.- Anatomía de la madera del género *Athrotaxis* D. Don (1838).

El género *Athrotaxis* D. Don es propio de la isla de Tasmania. Este género consta de tres especies: *Ath. cupressoides* D. Don, *Ath. laxifolia* Hook y *Ath. selaginoides* D. Don (Farjon 2005). Actualmente World Checklist considera a *Ath. laxifolia* como un híbrido entre *Ath. cupressoides* y *Ath. selaginoides*. En este estudio se seguirá el tratamiento taxonómico descrito por Farjon (2005).

IUCN (2014) muestra para este género una tendencia poblacional decreciente, catalogada como VU (vulnerable), estando *Ath. laxifolia* catalogada como EN (en peligro). La principal amenaza que afecta a este género es el fuego.

La taxonomía de este género no se está viendo afectada.

4.1.2.1. *Athrotaxis cupressoides* D. Don

Información general y distribución geográfica

Pencil Pine. Se distribuye en Tasmania, en la Meseta Central, Great Western Tier y en las montañas del oeste, se distribuye de manera dispersa en el sur de la isla, en altitudes comprendidas entre 900 y 1.300 m, aunque algunas masas se encuentran a 700 m (Farjon 2005).

Extremadamente sensible a los incendios, su población se vio muy afectada en los incendios generalizados en la Meseta Central. La regeneración de esta especie está limitada por el pastoreo. Más del 90% de su área se encuentra dentro de la protección de Tasmanian Wilderness World Heritage Area.

Antiguamente se empleaba en carpintería y para decoraciones de los barcos de competición.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Athrotaxis cupressoides* D. Don, Trans. Linn. Soc. London 18: 173 (1839).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Cunninghamia cupressoides* Zucc. in P.F.von Siebold & J.G.Zuccarini, Fl. Jap. 2: 9 (1842).
 - *Athrotaxis imbricata* Gordon, Pinetum, Suppl.: 16 (1862).

Propiedades físicas

Madera de color que varía desde el rosa pálido hasta el rosa amarillento (Howard 1920; Esteban *et al.* 1991). Olor característico semejante al cedro (Esteban *et al.* 1991). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Greguss 1972; Esteban *et al.* 1991; Heinz 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Patton 1927). Punteaduras areoladas exclusivamente de manera uniseriada en la pared radial (Gerry 1910; Patton 1927; Greguss 1972). Presencia de muescas en el borde (IAWA Committee 2004). Barras de Sanio presentes (Gerry 1910). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Patton 1927) o tangencial (Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Greguss 1972; Heinz 2004). **Radiales**

leñosos.- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales y finales lisas (Greguss 1972; Heinz 2004). Hendiduras presentes (Greguss 1972). Punteaduras tipo taxodioide (Greguss 1972; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 por campo de cruce (Greguss 1972). Radios exclusivamente uniseriados (Greguss 1972), de altura comprendida entre 1 y 10 células (Greguss 1972). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.2.2. *Athrotaxis laxifolia* Hook

Información general y distribución geográfica

Endémica de Tasmania, se encuentra más diseminada que el resto de especies, pero comparte área de procedencia con ellas, en altitudes comprendidas entre 1.000 y 1.200 m (Farjon 2005).

Aparecen generalmente individuos aislados, raramente en grupos pequeños, y en general cerca de una o ambas de las otras especies. Los incendios y agentes patógenos son las principales amenazas que afectan a esta especie. Casi todas sus poblaciones se encuentran en áreas protegidas.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Athrotaxis laxifolia* Hook., Hooker's Icon. Pl. 6: t. 573 (1843).
 - Sinónimo taxonómico:
 - *Athrotaxis doniana* Henkel & W.Hochst., Syn. Nadelhölz.: 221 (1865).

Propiedades físicas

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas de su madera.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Patton 1927; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Patton 1927; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Patton 1927; Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Patton 1927; Esteban *et al.* 2002, 2004) y tangencial (Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004) y paredes finales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresioide (Esteban *et al.* 2002, 2004) o taxodioide (Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004). Radios exclusivamente uniseriados (Esteban *et al.* 2002, 2004), de altura comprendida entre 1 y 15 células (Patton 1927; Esteban *et al.* 2002, 2004), con máximos de hasta 19 células (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.2.3. *Athrotaxis selaginoides* D. Don

Información general y distribución geográfica

King Billy Pine o King William Pine. Endémica de Tasmania, ampliamente distribuida en los montes del oeste y suroeste de la isla, en altitudes comprendidas entre 730 y 1.120 m, aunque algunas masas se encuentran a 400 m (Farjon 2005).

Su población se vio reducida drásticamente por los incendios y la explotación forestal. Actualmente casi el 84% de sus poblaciones se encuentran en áreas protegidas, aunque los incendios siguen siendo un peligro potencial para esta especie.

Madera empleada en pequeñas cantidades en carpintería y en la construcción de barcos. Antiguamente se empleaba en los túneles mineros y en la creación de instrumentos de cuerda y teclado por su buena resonancia. Su uso actual está limitado por su disponibilidad.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Athrotaxis selaginoides* D.Don, Trans. Linn. Soc. London 18: 172 (1839).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Cunninghamia selaginoides* Zucc. in P.F.von Siebold & J.G.Zuccarini, Fl. Jap. 2: 9 (1842).
 - *Athrotaxis alpina* Van Houtte ex Gordon, Pinetum: 31 (1858).
 - *Athrotaxis gunneana* Hook. ex Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 207 (1867).
 - *Athrotaxis imbricata* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 204 (1867).
 - *Athrotaxis selaginoides* var. *pyramidata* Mouill. in D.G.J.Bois, Dict. Hort. 1: 146 (1898).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono amarillento para la albura (Richter 1988; Boland *et al.* 2006) y el duramen de color que varía entre marrón rojizo (Baker y Smith 1910; Dadswell y Eckersley 1935; Boland *et al.* 2006), rosado (Howard 1920; Dadswell y Eckersley 1935; Richter 1988; Esteban *et al.* 1991; Boland *et al.* 2006) o amarillo rosado (Howard 1920; Collardet y Besset 1992). Olor característico semejante al cedro (Howard 1920; Boland *et al.* 2006), aunque no siempre reconocido (Dadswell y Eckersley 1935). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Baker y Smith 1910; Patton 1927; Dadswell y Eckersley 1935; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1991, 2002, 2004; Heinz 2004; Boland *et al.* 2006). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general de manera uniseriada (Patton 1927; Dadswell y Eckersley 1935; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Patton 1927; Dadswell y Eckersley 1935; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de muescas en el borde (IAWA Committee 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Barras de Sanio presentes (Patton 1927; Dadswell y Eckersley 1935). Presencia de verrugosidades (Cronshaw *et al.* 1961). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Presencia de trabécula (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004). **Parénquima axial.**- Presente, descrito de manera ocasional como escaso o ausente (Baker y Smith 1910), de distribución difusa (Patton 1927; Dadswell y Eckersley 1935; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996) o tangencial (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004) y paredes finales lisas (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo taxodioide (Esteban *et al.*

al. 1996; Heinz 2004) frecuentemente entre 1 y 2 por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004), ocasionalmente entre 2 y 3 (Baker y Smith 1910; Greguss 1955), llegando hasta 4 por campo (Dadswell y Eckersley 1935). Radios exclusivamente uniseriados (Dadswell y Eckersley 1935; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004), de altura comprendida entre 1 y 10 células (Patton 1927; Dadswell y Eckersley 1935; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004), con máximos de hasta 14 células (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en las especies del género *Athrotaxis*.

RESULTADOS

Tabla 5. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Athrotaxis*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Ath. cupressoides</i>	<i>Ath. laxifolia</i>	<i>Ath. selaginoides</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X	X	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-	-	-
	Transición abrupta (42)	X	X	X
	Transición gradual (43)	-	-	-
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-	-	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X	X	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)	(X)	(X)
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)	(X)	(X)
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-	-	-
	Punteaduras tangenciales	X	X	X
	Depósitos (48)	-	-	-
	Espacios intercelulares (53)	-	-	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X	X	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	X	X	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	X	X	X
	Verrugosidades (60)	(X)	(X)	(X)
	Engrosamientos helicoidales (61)	-	-	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-	-	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	(X)	(X)	(X)
	Trabécula	-	X	X
Parénquima axial	Presente (72)	X	X	X
	Distribución difusa (73)	-	-	X
	Distribución tangencial (74)	X	X	X
	Distribución terminal (75)	-	-	-
	Paredes transversales lisas (76)	X	X	X
	Paredes transversales irregulares (77)	-	-	-
	Paredes transversales noduladas (78)	-	-	-
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-	-	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X	X	X
	Paredes finales lisas (85)	X	X	X
	Paredes finales noduladas (86)	-	-	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X	X	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-	-	-
	Hendiduras (89)	-	-	-
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-	-	-
	Cupresoides (93)	X	X	X
	Taxodioides (94)	X	X	X
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-	X	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X	-	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	X	-	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-	-	-
	Entre 5-15 células de altura	X	X	X
	Entre 16-30 células de altura	-	(X)	-
	>30 células de altura	-	-	-
	Uniseriados (107)	X	X	X
	Parcialmente biseriados (108)	-	-	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-	-	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-	-	-

Anatomía comparada

De forma genérica puede considerarse con albura y duramen diferenciados, de color rosado con tonalidades amarillas el duramen y la albura amarillenta. Presenta un olor característico similar al cedro, sin sabor característico. Según Boland *et al.* (2006) *Ath. selaginoides* posee un olor semejante al de *Cryptomeria japonica*.

Anatómicamente, *Athrotaxis* (Tabla 5) presenta anillos de crecimiento diferenciados, con una transición entre la madera de primer crecimiento y madera final abrupta (Figura 13 A).

Traqueidas de contorno poligonal. Punteaduras areoladas dispuestas de manera uniseriada, ocasionalmente biseriadas opuestas (Figura 13 C) en la madera de primer crecimiento, como diversos autores señalan para *Ath. selaginoides* (Patton 1927; Dadswell y Eckersley 1935; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004). Se han observado punteaduras en la pared tangencial en todas ellas (Figura 13 D), asociadas a la madera tardía, como han citado varios autores (Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). Phillips (1948) considera la abundante presencia de punteaduras tangenciales en *Ath. selaginoides* como elemento diferenciador en esta especie y el resto de géneros que pertenecían a la antigua familia Taxodiaceae. Alrededor de las punteaduras radiales, generalmente en las biseriadas, se observan barras de Sanio de manera ocasional en todas las especies, como se ha citado en diversas ocasiones (Gerry 1910; Patton 1927; Dadswell y Eckersley 1935; Peirce 1936). Punteaduras areoladas con toro definido (Gadek *et al.* 2000), extensiones de toro en *Ath. cupressoides* (Figura 13 H) y *Ath. laxifolia*, carácter no descrito anteriormente para este género. Bauch *et al.* (1972) consideran que el toro de los géneros de Taxodiaceae es distinto al resto de coníferas. En todas las especies se han observado muescas en el borde de las punteaduras (Figura 13 E, F, G), como señala (IAWA Committee 2004) para *Ath. cupressoides* y *Ath. selaginoides*. Finas verrugosidades presentes en todas las especies (Liese 1965a; IAWA Committee 2004), carácter citado específicamente sólo en *Ath. selaginoides* (Cronshaw *et al.* 1961). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Se ha observado la presencia de trabécula en *Ath. laxifolia* (Figura 13 I) y *Ath. selaginoides*.

Parénquima axial presente. Distribuido generalmente de manera tangencial (Figura 13 A), se ha observado también difuso en *Ath. selaginoides*. Generalmente descrito de distribución difusa y también tangencial en todas ellas. Paredes transversales exclusivamente lisas (Figura 13 B), aunque Gadek *et al.* (2000) las describe como irregulares.

Radiales leñosos compuestos únicamente de parénquima radial. Paredes horizontales y finales lisas (Figura 13 J) al igual que cita la bibliografía. No se han observado paredes finales noduladas características del género según Phillips (1948), ni las hendiduras descritas por Greguss (1972) para *Ath. cupressoides*. Peirce (1936) diferencia *Athrotaxis* del resto de Taxodiaceae por la ausencia de hendiduras. Punteaduras tipo taxodioide (Figura 13 K) y cupresioide (Figura 13 L) como describen varios autores (Phillips 1948; Greguss 1972; Esteban *et al.* 1996; Heinz 2004), con un rango observado superior en *Ath. cupressioide* entre 2 y 4, seguido por *Ath. selaginoides* entre 1 y 3 y por último *Ath. laxifolia* entre 1 y 2.

Radiales leñosos exclusivamente uniseriados, aunque se han citado ocasionalmente biseriados para el género (Peirce 1936), de altura media baja, entre 5 y 15 células para todas las especies (Peirce 1936), con máximos comprendidos para *Ath. laxifolia* entre 16 y 20 células (Esteban *et al.* 2002). Patton (1927) considera la altura de los radios leñosos como carácter diferenciador entre las especies, observando una altura mayor en *Ath. selaginoides* frente a *Ath. cupressoides*, de acuerdo con la bibliografía estudiada, siendo *Ath. laxifolia* la que presenta un rango de altura superior

(Esteban *et al.* 2002). Peirce (1936) considera la altura inferior de los radios como elemento diferenciador entre *Athrotaxis* y *Sequoia*. No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

Dentro de la antigua Taxodiaceae, Bannan (1934) considera tres grupos diferenciados según la estructura de sus radios: *Athrotaxis*, *Taxodium-Cryptomeria* y *Sequoia-Cunninghamia-Taiwania*. Bannan (1934) caracteriza a *Athrotaxis* por la ausencia de espacios entre las células del radio y la escasa presencia de traqueidas radiales.

Láminas del género *Athrotaxis*

Figura 13. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Athrotaxis*. A, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición abrupta y parénquima axial en distribución tangencial. *Ath. selaginoides*. B, Pared transversal del parénquima axial lisa. *Ath. laxifolia*. C, Punteaduras radiales biseriadas. *Ath. cupressoides*. D, Punteaduras en la pared tangencial. *Ath. selaginoides*. E-G, Muestras en el borde de las punteaduras. *Ath. cupressoides*, *Ath. laxifolia*, *Ath. selaginoides*. H, Extensiones de toro. *Ath. cupressoides*. I, Trabécula. *Ath. laxifolia*. J, Paredes horizontales y finales del parénquima radial lisas. *Ath. cupressoides*. K, Punteaduras de tipo taxodioides. *Ath. cupressoides*. L, Punteaduras del campo de cruce tipo cupressoides. *Ath. cupressoides*. Escalas: A, 200 µm; B-F-G-I, 10 µm; D, 25 µm; E-J-K-L, 15 µm.

4.1.3.- Anatomía de la madera del género *Austrocedrus* Florin et Boutejje (1950).

4.1.3.1. *Austrocedrus chilensis* (D.Don) Pic. Serm. & Bizarri

Información general y distribución geográfica

Cedro, Ciprés, Ciprés de la Cordillera, Libocedro de América o Lipain. Presenta una distribución propiamente andina, entre Chile y Argentina. Abarca casi 10° de latitud (1.200 km), en altitudes comprendidas entre 360 y 1.500 m (Farjon 2005). Las poblaciones en Argentina ocupan casi 132.000 ha, cubriendo uno de los mayores gradientes de precipitación del mundo (Arana *et al.* 2008). En Chile sus masas no presentan más de 41.000 ha.

Catalogada por IUCN (2014) como NT (amenazada) y de tendencia poblacional creciente. Las amenazas que afectan a esta especie varían entre el uso de su madera, los ataques patógenos con el conocido mal del ciprés, el pastoreo y la pérdida de hábitat a través de los incendios y plantaciones. Actualmente el total de su superficie protegida es de 54.210 ha entre Chile y Argentina (Bran *et al.* 2002).

Madera muy apreciada por su fácil mecanización y durabilidad (Bernath 1937; Tortorelli 1956). Se ha plantado ampliamente debido a su gran adaptación a condiciones xéricas extremas, considerándose apta para repoblaciones en áreas incendiadas (Ferreyra *et al.* 1996; Gyenge *et al.* 2005).

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Austrocedrus chilensis* (D.Don) Pic.Serm. & Bizzarri, Webbia 32: 482 (1978).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Thuja chilensis* D.Don in A.B.Lambert, Descr. Pinus, ed. 3: 128 (1832).
 - *Libocedrus chilensis* (D.Don) Endl., Syn. Conif.: 44 (1847).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Thuja andina* Poepp., Nov. Gen. Sp. Pl. 3: 17 (1841).
 - *Cupressus chilensis* Gillies ex Hook., London J. Bot. 2: 199 (1843), nom. inval.
 - *Thuja cuneata* Dombey ex Endl., Syn. Conif.: 45 (1847), nom. inval.
 - *Cupressus thujoides* Pav. ex Carrière, Traité Gén. Conif.: 89 (1855).
 - *Libocedrus excelsa* Gordon, Pinetum: 132 (1858), nom. inval.
 - *Libocedrus chilensis* var. *argenteus* Lavallée, Enum. Arbres: 274 (1877).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono marrón que varía desde el amarillento hasta el rojizo para el duramen y la albura de color blanquecina (Bernath 1937; Record y Hess 1949; Tortorelli 1956; Berni *et al.* 1979; Díaz-Vaz 1985a; Esteban *et al.* 1991, 1996), o sin diferenciación clara (Cristiani 1978; Díaz-Vaz 1979; Roig 1992). Veteado más oscuro presente en las caras longitudinales de la madera con anchura irregular (Tortorelli 1956; Cristiani 1978; Berni *et al.* 1979; Díaz-Vaz 1985a; Esteban *et al.* 1991, 1996). Roig (1992) señala la fluorescencia del duramen verde amarillenta. Olor característico (Dallimore y Jackson 1923; Bernath 1937; Cristiani 1978; Esteban *et al.* 1996; Gaussen 1968; Díaz-Vaz 2003) tipo avainillado (Díaz-Vaz 1979), aunque no siempre reconocido (Roig 1992). Sin sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Bernath 1937; Wagemann 1949; Boutelje 1955; Tortorelli 1956; Berni *et al.* 1979; Díaz-Vaz 1985a, 2003; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2001, 2002, 2004; Heinz 2004), de transición gradual (Wagemann 1949; Boutelje 1955; Tortorelli 1956; Díaz-Vaz 1985a; Roig 1992), ocasionalmente abrupta (Boutelje 1955). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Wagemann 1949; Boutelje 1955; Tortorelli 1956; Díaz-Vaz 1985a; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004), que en la madera de primer crecimiento se torna ovalada y redondeada dando lugar a espacios intercelulares (Boutelje 1955; Roig 1992). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente uniseriadas en la pared radial (Wagemann 1949; Boutelje 1955; Tortorelli 1956; Díaz-Vaz 1985a; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000), biseriadas en escasas ocasiones (Peirce 1937; Boutelje 1955; Esteban *et al.* 1996). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociada a la madera tardía (Boutelje 1955; Tortorelli 1956; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Boutelje 1955). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Boutelje 1955; Roig 1992; Gadek *et al.* 2000), muchas veces acompañado de extensiones (Boutelje 1955; Roig 1992). Roig (1992) describe la presencia de verrugosidades. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Presencia de trabéculas (Tortorelli 1956; Roig 1992; Esteban *et al.* 2002, 2004). **Parénquima axial.-** Presente, ocasionalmente de manera escasa o ausente (Díaz-Vaz 1985; Roig 1992), de distribución difusa (Wagemann 1949; Boutelje 1955; Tortorelli 1956; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004), y ocasionalmente tangencial (Boutelje 1955). Paredes transversales lisas (Peirce 1937; Boutelje 1955; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Tortorelli 1956; Gadek *et al.* 2000). **Radios leñosos.-** Homogéneos, aunque se ha descrito la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937; Boutelje 1955). Paredes horizontales lisas (Boutelje 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), salvo en algunos casos donde se citan punteadas de manera ocasional (Peirce 1937), siendo las paredes finales lisas (Peirce 1937; Boutelje 1955; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004), con alguna nodulación aislada (Boutelje 1955; Roig 1992). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoide (Peirce 1937; Wagemann 1949; Boutelje 1955; Tortorelli 1956; Díaz-Vaz 1985a; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004), descritas del tipo taxodioide en la madera de primer crecimiento (Boutelje 1955; Heinz 2004). Frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004), ocasionalmente entre 1 y 3 (Wagemann 1949; Boutelje 1955; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996), o incluso hasta 5 punteaduras (Wagemann 1949; Boutelje 1955; Díaz-Vaz 1985a). Los valores máximos descritos han sido entre 1 y 7 punteaduras por campo, considerándose entre 3 y 5 el número más frecuente según Tortorelli (1956). Radios casi exclusivamente uniseriados, salvo en algunos casos donde se citan parcialmente biseriados (Boutelje 1955; Tortorelli 1956; Roig 1992; Esteban *et al.* 2002, 2004). Peirce (1937) describe más de la mitad de los radios como biseriados. De altura comprendida entre 1 y 10 células (Boutelje 1955; Tortorelli 1956; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002), aunque también se han descrito inferiores entre 1 y 5 (Wagemann 1949), y superiores, de 1 a 15 (Díaz-Vaz 1985a; Esteban *et al.* 2004) o entre 1 y 24 (Peirce 1937), con un máximo de 32 células (Boutelje 1955). **Canales resiníferos.-** No se han citado. **Inclusiones minerales.-** No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Austrocedrus chilensis*.

RESULTADOS

Tabla 6. Caracteres anatómicos observados en *Austrocedrus chilensis*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

	<i>Características anatómicas</i>	<i>Austrocedrus chilensis</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-
	Transición abrupta (42)	(X)
	Transición gradual (43)	X
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriadas (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	(X)
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	X
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-
	Verrugosidades (60)	(X)
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-
	Trabécula	X
Parénquima axial	Presente (72)	X
	Distribución difusa (73)	X
	Distribución tangencial (74)	-
	Distribución terminal (75)	-
	Paredes transversales lisas (76)	X
	Paredes transversales irregulares (77)	-
	Paredes transversales noduladas (78)	-
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	(X)
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-
	Entre 5-15 células de altura	X
	Entre 16-30 células de altura	-
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	(X)
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

Austrocedrus chilensis junto con *Fitzroya cupressoides* y *Pilgerodendron uviferum*, son los únicos representantes de la familia Cupressaceae en el continente sudamericano, fácilmente diferenciables según [Gaussen \(1968\)](#). Las claves de identificación que incorporan estas especies muestran una clara diferenciación de sus maderas en cuanto al color del duramen y el olor de su madera. *Fitzroya* presenta un color rojizo frente al color marrón de *Austrocedrus* y *Pilgerodendron* ([Cristiani 1978](#); [Díaz-Vaz 1979](#); [Roig 1992](#)), y únicamente *Pilgerodendron* tiene un olor avainillado, persistente y algo picante, mientras que en *Austrocedrus* es menos marcado y *Fitzroya* no posee aroma característico ([Díaz-Vaz 1979](#); [Roig 1992](#)). No se describe sabor característico.

Anatómicamente, *Austrocedrus* (Tabla 6) presenta anillos de crecimiento diferenciados de transición gradual (Figura 14 A), abrupta en algunos de ellos.

Traqueidas de contorno poligonal. No se han encontrado espacios intercelulares como los descritos por [Boutelje \(1955\)](#) y [Roig \(1992\)](#), probablemente porque se incluyeron en las descripciones madera de compresión. Se han observado punteaduras areoladas de manera ocasional en las paredes tangenciales de las traqueidas, principalmente situadas en las últimas filas de la madera tardía (Figura 14 E). Las punteaduras radiales son uniseriadas, ocasionalmente biseriadas opuestas en la madera de primer crecimiento. Punteaduras con toro definido (Figura 14 C), se han observado extensiones (Figura 14 D) coincidiendo con las descripciones de otros autores ([Boutelje 1955](#); [Roig 1992](#)). La presencia de verrugosidades (Figura 14 F) no es tan clara como la que describe [Roig \(1992\)](#). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Figura 14 F).

En cuanto al parénquima axial, su distribución se ha observado como difusa (Figura 14 A), aunque [Boutelje \(1955\)](#) describe la presencia ocasional de bandas dentro del anillo. Las paredes transversales son lisas (Figura 14 B), y no se han observado noduladas como las descritas por [Peirce \(1937\)](#), [Tortorelli \(1956\)](#) o [Gadek et al. \(2000\)](#). [Díaz-Vaz \(1979\)](#) considera que la abundante presencia de parénquima en *Pilgerodendron* permite diferenciar ambas especies.

Radiales leñosos compuestos únicamente de parénquima radial, aunque [Peirce \(1937\)](#) y [Boutelje \(1955\)](#) citan la presencia esporádica de traqueidas radiales. Las paredes horizontales son lisas (Figura 14 I), descritas por [Peirce \(1937\)](#) como punteadas de forma ocasional. Las paredes finales también son lisas (Figura 14 I), aunque estas últimas han sido citadas con nodulaciones aisladas ([Boutelje 1955](#); [Roig 1992](#)). Se ha observado la presencia ocasional de hendiduras (Figura 14 H), carácter no citado anteriormente para esta especie. Se observan unas marcadas separaciones entre las células del radio, carácter empleado por [Visscher y Jagels \(2003\)](#) para diferenciar *Glyptostrobus* y *Metasequoia*.

Las punteaduras de los campos de cruce son de tipo cupresoide (Figura 14 G), siendo el número más frecuente entre 1 y 3 punteaduras por campo de cruce. La altura de radio más frecuente se encuentra entre 5 y 15 células de altura, y son generalmente uniseriados. [Peirce \(1937\)](#) describe la mitad de los radios como biseriados, al igual que en *Fitzroya*, posiblemente debido a la localización de la muestra estudiada dentro del árbol, influenciada por la edad cambial ([Kucera y Bosshard 1975](#)), siendo más posible la presencia de radios biseriados en el anillo periférico anual y en la parte inferior del tallo. [Díaz-Vaz \(1979\)](#) diferencia la madera de *Fitzroya* por la altura de sus radios entre 2 y 6 células, frente a los de *Pilgerodendron* y *Austrocedrus*, con una altura entre 1 y 15 células. No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

Anatómicamente Roig (1992) diferencia la madera de *Austrocedrus* de *Fitzroya* y *Pilgerodendron* por las características del toro, la distribución del parénquima, la tipología de las paredes finales y la altura de los radios. Boutelje (1955) diferencia la madera de *Austrocedrus* frente a *Calocedrus* y *Fitzroya* en base a la altura de los radios y la distribución del parénquima.

Láminas del género *Austrocedrus*

Figura 14. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Austrocedrus*. A, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición gradual y parénquima axial en distribución difusa. B, Pared transversal del parénquima axial lisa. C, Toro definido. D, Extensiones de toro. E, Punteaduras en la pared tangencial, en el límite del anillo de crecimiento. F, Verrugosidades en traqueida y en trabécula. G, Punteaduras del campo de cruce de tipo cupresóide. H, Hendidura. I, Paredes horizontales y finales del parénquima radial lisas. Escalas: A, 300 µm; B, 25 µm; C, 50 µm; E-F-H, 10 µm; I, 20 µm.

4.1.4.- Anatomía de la madera del género *Callitris* Ventenat (1808).

El género *Callitris* consta de 15 especies ([Farjon 2005](#), [Govaerts y Farjon 2014](#)) distribuidas entre Australia, Tasmania y Nueva Caledonia.

[IUCN \(2014\)](#) muestra para este género una tendencia poblacional estable en 9 de las 15 especies que lo componen. Entre ellas *Ca. drummondii* está catalogada como NT (amenazada), *Ca. oblonga* como VU (vulnerable) y el resto como LC (sin amenazas). Entre las especies que muestran una tendencia poblacional decreciente, *Ca. monticola* está catalogada como VU (vulnerable) y *Ca. sulcata* como EN (en peligro). Finalmente se desconoce la tendencia poblacional de 4 de las 15 especies, de las cuales 3 están catalogadas como NT (amenazada): *Ca. baileyi*, *Ca. neocaledonica* y *Ca. roei*, estando *Ca. verrucosa* catalogada como LC (sin amenazas). Las amenazas que afectan a este género son el pastoreo y el aumento del régimen de incendios, en menor medida se encuentran la conversión del terreno y la invasión de otras especies.

Algunos estudios moleculares y morfológicos muestran que *Callitris* no es monofilético pero no se discute la división del género, por lo que su taxonomía no se ha visto afectada.

4.1.4.1. *Callitris baileyi* C. T.White

Información general y distribución geográfica

Bailey's Cypress Pine. Endémica de Australia, se distribuye desde el sureste de Queensland hasta el noreste de Nueva Gales del Sur. Se desconoce el rango altitudinal en el que se presenta esta especie, únicamente se ha citado a 370 m de altitud ([Farjon 2005](#)).

Las amenazas que afectan a esta especie varían entre el pastoreo y los incendios que impiden la regeneración y pueden llevar a la eliminación de las subpoblaciones. Algunas poblaciones se ven amenazadas por la invasión de otras especies como *Lantana cámara* L. Actualmente está catalogada como EN (en peligro) según la legislación de Nueva Gales del Sur y como NT (amenazada) en Queensland. Muchas de sus poblaciones se encuentran en parques nacionales como Bunya Mountains National Park en Queensland y Koreelah National Park en Nueva Gales del Sur.

Su madera ha sido tradicionalmente empleada para el cercado.

Sinónimos ([Govaerts y Farjon 2014](#)):

- ✓ *Callitris baileyi* C. T.White, Proc. Linn. Soc. New South Wales 48: 449 (1923).
 - No posee sinónimos

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera. [Heady y Evans \(2000\)](#) señalan la presencia de engrosamientos callitroides.

4.1.4.2. *Callitris canescens* (Parl.) S. T. Blake

Información general y distribución geográfica

Morrison's Cypress Pine. Se distribuye en el suroeste y sur de Australia, en altitudes comprendidas entre 250 y 380 m ([Farjon 2005](#)).

No se registran amenazas específicas. Muchas de sus poblaciones se encuentran en áreas protegidas.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Callitris canescens* (Parl.) S.T.Blake, Proc. Roy. Soc. Queensland 70: 39 (1959).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Frenela canescens* Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 448 (1868).
 - Sinónimo taxonómico:
 - *Callitris morrisonii* R.T.Baker, Proc. Linn. Soc. New South Wales 31: 717 (1906 publ. 1907).

Propiedades físicas

No se han encontrado referencias que describan las propiedades físicas de esta especie.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Poco o nada diferenciados (Greguss 1972) o diferenciados (Heinz 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno redondeado, de paredes delgadas (Greguss 1972). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Greguss 1972). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Heinz (2004) cita la presencia de verrugosidades. Engrosamientos callitroides presentes de manera ocasional (Greguss 1972; Heady y Evans 2000). Sin engrosamientos helicoidales. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución terminal definiendo el anillo de crecimiento según Greguss (1972) o de distribución tangencial (Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Greguss 1972; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas, punteadas de manera local (Greguss 1972; Heinz 2004), pared final lisa (Greguss 1972; Heinz 2004). Presencia de hendiduras (Greguss 1972). Punteaduras tipo cupresoides (Greguss 1972; Heinz 2004), entre 1 y 2 punteaduras por campo (Greguss 1972). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente se presentan parcialmente biseriados (Greguss 1972). De altura comprendida entre 1 y 8 células (Greguss 1972), aunque también se han descrito inferiores a 4 células (Heinz 2004). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.4.3. *Callitris columellaris* F.Muell.

Información general y distribución geográfica

Coast Pine, Coastal Sand Cypress, Cypress Pine, Murray Pine, Murray River Pine, Northern Cypress Pine, Tropical Cypress, Western Cypress, Western Sand Cypress, White Cypress Pine o White Pine. Presenta una distribución amplia en Australia, ausente en Tasmania, en los desiertos y en las regiones costeras más húmedas, en altitudes comprendidas entre el nivel del mar y 1.300 m (Farjon 2005).

Las amenazas que afectan a esta especie son el sobrepastoreo y los incendios. Diversas poblaciones pertenecen a parques nacionales y a otras áreas protegidas.

Madera muy empleada para pavimentos y revestimiento de tableros, vallas, postes y pilares. Como el resto de Cupressaceae, es muy resistente a la putrefacción y a las termitas. Su explotación es ahora mucho menos intensa y la regeneración está teniendo éxito en muchas localidades.

Debido a la gran distribución que presenta, tanto en áreas tropicales como áridas o templadas, esta especie se considera un bio-indicador del cambio ambiental que está ocurriendo en el continente (Prior *et al.* 2011).

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Callitris columellaris* F.Muell., Fragm. 5: 198 (1866).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Frenela columellaris* (F.Muell.) Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 451 (1868).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Frenela hugelii* Carrière, Traité Gén. Conif.: 73 (1855)Provisional synonym.
 - *Frenela verrucosa* var. *laevis* C. Moore, Cat. Nat. Industr. Prod. New South Wales: 28 (1862).
 - *Octoclinis backhousei* W.Hill, Cat. Nat. Industr. Prod. Queensland: 16 (1862).
 - *Frenela moorei* Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 449 (1868).
 - *Frenela robusta* var. *microcarpa* Benth., Fl. Austral. 6: 237 (1873).
 - *Callitris robusta* var. *microcarpa* (Benth.) F.M.Bailey, Syn. Queensl. Fl.: 497 (1883).
 - *Widdringtonia equisetiformis* Mast., J. Linn. Soc., Bot. 37: 271 (1905).
 - *Callitris glauca* R.Br. ex R.T.Baker & H.G.Sm., J. Proc. Roy. Soc. New S. Wales 42: 146 (1908).
 - *Callitris arenosa* A.Cunn. ex R.T.Baker & H.G.Sm., Res. Pines Australia: 157 (1910).
 - *Callitris intermedia* R.T.Baker & H.G.Sm., Res. Pines Australia: 288 (1910).
 - *Callitris intratropica* R.T.Baker & H.G.Sm., Res. Pines Australia: 172 (1910).
 - *Callitris columellaris* f. *flauca* F.M.Bailey, Compr. Cat. Queensland Pl.: 510 (1913).
 - *Callitris columellaris* f. *glauca* F.M.Bailey, Compr. Cat. Queensland Pl.: 510 (1913).
 - *Callitris robusta* var. *intratropica* (R.T.Baker & H.G.Sm.) Ewart & O.B.Davies, Fl. N. Territory: 19 (1917).
 - *Callitris hugelii* (Carrière) Franco, Anais Inst. Super. Agron. 19: 11 (1952).
 - *Callitris columellaris* var. *campestris* Silba, Phytologia Mem. 7: 16 (1984).
 - *Callitris columellaris* var. *intratropica* (R.T.Baker & H.G.Sm.) Silba, Phytologia Mem. 7: 16 (1984).
 - *Callitris glaucophylla* J.Thomps. & L.A.S.Johnson, Telopea 2: 731 (1986).
 - *Callitris columellaris* var. *microcarpa* (Benth.) Govaerts, World Checklist Seed Pl. 3(1): 12 (1999).
 - *Callitris columellaris* subsp. *campestris* (Silba) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 2 (2006).
 - *Callitris columellaris* subsp. *intratropica* (R.T.Baker & H.G.Sm.) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 2 (2006).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono marrón que varía desde el claro o amarillento (Swain 1928; Rendle 1970; Keating y Bolza 1982; Chudnoff 1984; Boland *et al.* 2006) hasta el marrón oscuro (Baker y Smith 1910; Swain 1928; Dadswell y Eckersley 1935; Keating y Bolza 1982; Esteban *et al.* 1991; Flynn y Holder 2001; Boland *et al.* 2006) para el duramen y la albura de color blanco amarillento (Chudnoff 1984; Esteban *et al.* 1991; Flynn y Holder 2001; Boland *et al.* 2006) que puede variar hasta un tono rosado (Chudnoff 1984). Caracterizada por presentar vetas oscuras (Dadswell y Eckersley 1935; Rendle 1970; Flynn y Holder 2001) de color rojo oscuro, marrón o morado (Swain 1928) y nudos (Rendle 1970; Chudnoff 1984; Flynn y Holder 2001; Boland *et al.* 2006). Olor característico (Dadswell y Eckersley 1935; Boland *et al.* 2006) algo picante (Flynn y Holder 2001), tipo alcanfor (Rendle 1970; Keating y Bolza 1982; Chudnoff 1984; Esteban *et al.* 1991). Sin sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Varían desde diferenciados (Baker y Smith 1910; Dadswell y Eckersley 1935; Heinz 2004) hasta poco o nada diferenciados (Baker y Smith 1910; Dadswell y Eckersley 1935; Barefoot y Hankins 1982; Esteban *et al.* 2002, 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente uniseriadas (Baker y Smith 1910; Dadswell y Eckersley 1935; Esteban *et al.* 2002, 2004), biseriadas de manera ocasional (Baker y Smith 1910; Dadswell y Eckersley 1935; Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial (Esteban *et al.* 2002, 2004). Depósitos en las traqueidas longitudinales (Barefoot y Hankins 1982). Punteaduras areoladas con toro definido (Baker y Smith 1910). Verrugosidades presentes (Wardrop *et al.* 1959; Cronshaw *et al.* 1961; Butterfield y Meylan 1980; IAWA Committee 2004; Heinz 2004). Engrosamientos callitroides presentes (Davies y Ingle 1966; Butterfield y Meylan 1980; Barefoot y Hankins 1982; Heady y Evans 2000; Esteban *et al.* 2002, 2004). Sin engrosamientos helicoidales. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Baker y Smith 1910; Dadswell y Eckersley 1935; Barefoot y Hankins 1982) o tangencial (Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha descrito la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913). Paredes horizontales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004) y también punteadas (Esteban *et al.* 2002, 2004), paredes finales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoide (Esteban *et al.* 2002, 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004), llegando incluso hasta 4 o 5 punteaduras (Dadswell y Eckersley 1935; Baker y Smith 1910). Radios exclusivamente uniseriados (Baker y Smith 1910; Dadswell y Eckersley 1935; Esteban *et al.* 2002, 2004), de altura comprendida entre 1 y 15 células de altura (Baker y Smith 1910; Esteban *et al.* 2002, 2004), con un máximo de 30 células (Dadswell y Eckersley 1935). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.4.4. *Callitris drummondii* (Parl.) F. Muell.

Información general y distribución geográfica

Drummond's Cypress Pine. Se distribuye en el suroeste de Australia, en una franga a lo largo de la costa desde Albany hasta Cabo Árido, en altitudes comprendidas entre 10 y 250 m (Farjon 2005).

Presenta pérdida de hábitat debido al sobrepastoreo y a la frecuencia de incendios. Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de parques nacionales y reservas.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Callitris drummondii* (Parl.) Benth. & Hook.f. ex F.Muell., Syst. Census Austral. Pl. 1: 109 (1882).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Frenela drummondii* Parl., J. Bot. 1: 35 (1863).

Propiedades físicas

No se han encontrado referencias que describan las propiedades físicas de esta madera.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Greguss 1972; Heinz 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1972). Las punteaduras areoladas se disponen en general de manera uniseriada (Greguss 1972). Presencia de punteaduras en la pared tangencial (Greguss 1972). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Verrugosidades presentes (Heinz 2004). Engrosamientos callitroides presentes (Greguss 1972; Heady y Evans 2000). Sin engrosamientos helicoidales. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Greguss 1972; Baker y Smith 1910), ocasionalmente tangencial (Heinz 2004) o terminal (Greguss 1972). Paredes transversales lisas (Greguss 1972; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Heinz 2004) y también punteadas (Greguss 1972), siendo las paredes finales lisas (Greguss 1972; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoide (Heinz 2004), frecuentemente entre 2 y 3 por campo (Greguss 1972). Radiales exclusivamente uniseriados (Greguss 1972), de altura comprendida entre 1 y 10 células (Greguss 1972). **Canales resiníferos.**- Canales resiníferos abundantes (Greguss 1972). **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.4.5. *Callitris endlicheri* (Parl.) F. M. Bailey

Información general y distribución geográfica

Black Cypress Pine, Black Pine, Mountain Pine, Murray Pine, Red Cypress Pine, Red Cypress, Red Pine, Rock Cypress o Scrib Pine. Se distribuye en Nueva Gales del Sur, Queensland y el este de Victoria, en Australia, en altitudes comprendidas entre 350 y 1.100 m (Farjon 2005).

Sin amenazas definidas. Muchas de sus poblaciones se encuentran en parques nacionales y otras áreas protegidas. La población de Woronora Plateau en Nueva Gales del Sur está catalogada como EN (en peligro) debido a la frecuencia de incendios. Esta población representa el límite sur de la especie en un área fragmentada.

Madera muy empleada en revestimientos, vallados y decoración.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Callitris endlicheri* (Parl.) F.M.Bailey, Syn. Queensl. Fl.: 497 (1883).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Frenela endlicheri* Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 449 (1868).

- Sinónimos taxonómicos:
 - *Frenela calcarata* A.Cunn. ex Mirb., Mém. Mus. Hist. Nat. 13: 74 (1825), nom. nud.
 - *Juniperus ericoides* Nois. ex Desf., Tabl. École Bot., ed. 3: 355 (1829).
 - *Juniperus rigida* Nois. ex Desf., Tabl. École Bot., ed. 3: 355 (1829), nom. nud.
 - *Callitris pyramidalis* Sweet, Hort. Brit., ed. 2: 473 (1830), nom. nud.
 - *Frenela rigida* Endl., Syn. Conif.: 38 (1847), nom. nud.
 - *Frenela gunnii* var. *mucronata* Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 450 (1868).
 - *Frenela endlicheri* var. *mucronata* (Parl.) Benth., Fl. Austral. 6: 238 (1873).
 - *Callitris calcarata* R.Br. ex F.Muell., Syst. Census Austral. Pl. 1: 109 (1882).

Propiedades físicas

Color del duramen casi tan oscuro como el de *Ca. columellaris* (Baker y Smith 1910).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Heinz 2004). **Traqueidas.**- Las punteaduras areoladas se disponen en general de manera uniseriada (Baker y Smith 1910). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Baker y Smith 1910). Presencia de verrugosidades (Heinz 2004). Engrosamientos callitroides en la pared radial (Heady y Evans 2000). Sin engrosamientos helicoidales. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Baker y Smith 1910; Baker y Smith 1910) y tangencial (Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Heinz 2004). **Radial leñosos.**- Homogéneos, aunque se ha descrito la presencia ocasional de traqueidas radiales (Holden 1913). Paredes horizontales lisas (Heinz 2004), paredes finales lisas (Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresóide (Heinz 2004). Radial casi exclusivamente uniseriados (Baker y Smith 1910), de altura comprendida entre 1 y 12 células (Baker y Smith 1910). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.4.6. *Callitris macleayana* (F. Muell.) F. Muell.

Información general y distribución geográfica

Brush Cypress Pine, Jungle Cypress Pine, Port Maquarie Pine, Range Cypress o Stringybark Pine. Posee una distribución disjunta restringida a terrenos altos en la Gran Cordillera Divisoria y a lo largo de la costa desde el norte de Nueva Gales del Sur hasta el sureste de Queensland, en Australia, en altitudes comprendidas entre 30 y 1.050 m (Farjon 2005).

La tala de bosques y el pastoreo han fragmentado su hábitad y reducido su área de ocupación. La mayor amenaza que afecta a esta especie son los incendios. Muchas de sus poblaciones se encuentran en áreas protegidas.

Madera muy apreciada por estar libre de nudos, empleadas para tablas de surf, ebanistería y carpintería. Al igual que muchas cupresáceas es muy resistente a la pudrición y a los ataques de termitas.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Callitris macleayana* (F.Muell.) F.Muell., Rep. Burdekin Exped.: 17 (1860).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Octoclinis macleayana* F.Muell., Trans. Philos. Inst. Victoria 2: 22 (1857).
 - *Leichhardtia macleayana* (F.Muell.) Archer ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 40 (1862).
 - *Frenela macleayana* (F.Muell.) Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 446 (1868).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Callitris parlatorei* F.Muell., Fragm. 5: 186 (1866).
 - *Frenela parlatorei* (F.Muell.) F.Muell., Fragm. 5: 186 (1866).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono marrón que varía desde el amarillento (Boland *et al.* 2006) hasta el marrón oscuro (Baker y Smith 1910; Esteban *et al.* 1991; Boland *et al.* 2006) para el duramen y la albura de color amarillenta (Esteban *et al.* 1991; Boland *et al.* 2006). Olor característico (Baker y Smith 1910; Esteban *et al.* 1991; Boland *et al.* 2006). Sin sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Baker y Smith 1910; Heinz 2004). La transición de la madera de tardía y primer crecimiento es gradual (Baker y Smith 1910). **Traqueidas.**- Las punteaduras areoladas se disponen de manera uniseriada en la pared radial (Baker y Smith 1910). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Baker y Smith 1910). No se definen verrugosidades. Sin engrosamientos helicoidales. IAWA Committee (2004) considera esta especie como la única del género sin engrosamientos callitroides, sin embargo Heady y Evans (2000) señalan la presencia de estos en todo el género. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Baker y Smith 1910) o tangencial (Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales, de paredes horizontales y finales lisas (Heinz 2004). Punteaduras tipo cupresoide (Heinz 2004). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.4.7. *Callitris monticola* J. Garden

Información general y distribución geográfica

Steelhead. Se distribuye en Australia, entre el sureste de Queensland y el noreste de Nueva Gales del Sur, en altitudes comprendidas entre 560 y 1.360 m (Farjon 2005).

La mayor amenaza que afecta a esta especie son los incendios. El pastoreo también es un problema en algunas zonas de su área de distribución. En Queensland esta especie está clasificada como NT (amenazada). No figura en ninguna lista de Nueva Gales del Sur aunque posee un estatus de especie rara o amenazada de Australia, por lo que muchas de sus poblaciones se encuentran en parques nacionales como Boonoo Boonoo y Bald Rock National Parks.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Callitris monticola* J.Garden, Contr. New South Wales Natl. Herb. 2: 385 (1957).
 - No posee sinónimos

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera. [Heady y Evans \(2000\)](#) señalan la presencia de engrosamientos callitroides.

4.1.4.8. *Callitris muelleri* (Parl.) Benth. & Hook. f. ex F. Muell.

Información general y distribución geográfica

Illawarra Cypress Pine o Illawarra Pine. Se distribuye en Australia, en el este y centro de Nueva Gales del Sur, desde las zonas cercanas a la costa hasta las mesetas de Montañas Azules al este de Sídney. Se presenta en altitudes comprendidas entre 500 y 1.050 m ([Farjon 2005](#)).

Se regenera eficazmente después de un incendio. Sus poblaciones han experimentado cierta reducción como resultado del desarrollo urbano. Esta especie se encuentra en numerosas áreas protegidas en todo su rango.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Callitris muelleri* (Parl.) Benth. & Hook.f. ex F.Muell., Syst. Census Austral. Pl. 1: 109 (1882).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Frenela muelleri* Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 450 (1868).

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera. [Heady y Evans \(2000\)](#) señalan la presencia de engrosamientos callitroides.

4.1.4.9. *Callitris neocaledonica* Dummer

Información general y distribución geográfica

Nié. Endémica de Nueva Caledonia y Grande-Terre, en altitudes comprendidas entre 560 y 1.500 m ([Farjon 2005](#)).

La mayor amenaza que afecta a esta especie es el fuego, algunas subpoblaciones se han visto afectadas por la construcción de senderos para facilitar el turismo. La mayoría de sus poblaciones están protegidas en la zona montañosa.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Callitris neocaledonica* Dümmer, J. Bot. 52: 239 (1914).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Nothocallitris neocaledonica* (Dümmer) A.V.Bobrov & Melikyan, Komarovia 4: 86 (2006).
 - Sinónimo taxonómico:
 - *Callitris sulcata* var. *alpina* Compton, J. Linn. Soc., Bot. 45: 432 (1922).

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera. [Heady y Evans \(2000\)](#) señalan la presencia de engrosamientos callitroides. [Heinz \(2004\)](#) describe brevemente esta madera con anillos de crecimientos diferenciados, las traqueidas con punteaduras

radiales uni y biseriadas y engrosamientos callitroides presentes, el parénquima en distribución tangencial paredes transversales lisas, y los radios leñosos con las paredes horizontales y finales lisas y punteaduras tipo cupresoide.

4.1.4.10. *Callitris oblonga* Rich. & A. Rich

Información general y distribución geográfica

Dwarf Cypress Pine, Native Cypress, Pigmy Cypress Pine, River Pine o Tasmanian Cypress Pine. Distribución disjunta entre Australia y Tasmania. En Australia se presenta en New England Tablelands y las montañas adyacentes, entre los 825 y 1.300 m de altitud y a lo largo del río Corang entre los 570 y 630 m. En Tasmania se presenta en la zona noroeste a lo largo de diferentes ríos, en altitudes comprendidas entre 10 y 230 m.

Las amenazas principales que afectan a esta especie son la degradación y fragmentación del hábitat, los incendios frecuentes, el pastoreo, la invasión de especies, la erosión y las actividades antropológicas. En el noroeste de Tasmania las poblaciones se ven afectadas por factores ambientales asociados al cambio climático. A nivel regional esta especie está catalogada como VU (vulnerable) en toda la zona del sur de Australia y como EN (en peligro) en Tasmania. Incluida en diversas leyes estatales y federales esta especie tiene un seguimiento importante, con diversos planes de regeneración. Se conocen diversas poblaciones dentro de parques nacionales y zonas protegidas.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Callitris oblonga* Rich. & A. Rich. in A. Richard (ed.), Comm. Bot. Conif. Cycad.: 49 (1826).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Frenela fruticosa* Endl., Syn. Conif.: 36 (1847), nom. superfl.
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Callitris fruticosa* R.Br. ex Rich. in A. Richard (ed.), Comm. Bot. Conif. Cycad.: 49 (1826), pro syn.
 - *Cupressus fothergillii* J. Forbes, Pinet. Woburn.: 191 (1839).
 - *Callitris gunnii* Hook.f., London J. Bot. 4: 147 (1845).
 - *Frenela fothergillii* (J. Forbes) Endl., Syn. Conif.: 38 (1847).
 - *Frenela gunnii* (Hook.f.) Endl., Syn. Conif.: 88 (1847).
 - *Frenela macrostachya* Knight & Perry ex Gordon, Pinetum: 85 (1858).

Propiedades físicas

No se han encontrado referencias que describan las propiedades físicas de esta especie.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Poco o nada diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004) o diferenciados (Heinz 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen de manera exclusivamente uniseriadas (Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. No se cita la presencia de verrugosidades. Engrosamientos callitroides (Heady y Evans 2000). Sin engrosamientos helicoidales. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Esteban *et al.* 2002, 2004) y paredes transversales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas

radiales. Paredes horizontales y finales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresioide (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004). Radios casi exclusivamente uniseriados aunque aparecen biseriados ocasionalmente (Esteban *et al.* 2002, 2004), de altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2002, 2004). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.4.11. *Callitris preissii* Miq.

Información general y distribución geográfica

Common Cypress Pine, Coorong, Cootooli, Lachlan Pine, Light Pine, Mallee Pine, Marung, Mountain Pine, Mountain Cypress Pine, Murray Pine, Poogari, Rottnest Island Pine o White Pine. Se distribuye en el sur y oeste de Australia, en Nueva Gales del Sur y Victoria, en altitudes comprendidas entre 2 y 670 m (Farjon 2005).

La mayor amenaza que afecta a esta especie es la pérdida de hábitat por la expansión de la agricultura. Muchas de sus poblaciones se encuentran en áreas protegidas.

Madera empleada localmente en la construcción, sin valor económico.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Callitris preissii* Miq. in J.G.C.Lehmann, Pl. Preiss. 1: 643 (1845).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Frenela robusta* A.Cunn. ex Endl., Syn. Conif.: 37 (1847), nom. superfl.
 - *Callitris robusta* (A.Cunn. ex Endl.) F.M.Bailey, Queensl. Fl. 5: 1496 (1902), nom. superfl.
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Frenela crassivalvis* Miq., Ned. Kruidk. Arch. 4: 97 (1859).
 - *Frenela gulielmii* Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 449 (1868).
 - *Callitris gracilis* R.T.Baker, Proc. Linn. Soc. New South Wales 27: 839 (1904).
 - *Callitris propinqua* R.Br. ex R.T.Baker & H.G.Sm., Res. Pines Australia: 112 (1910).
 - *Callitris suissii* Preiss ex R.T.Baker & H.G.Sm., Res. Pines Australia: 89 (1910).
 - *Callitris tuberculata* R.Br. ex R.T.Baker & H.G.Sm., Res. Pines Australia: 99 (1910).
 - *Callitris preissii* subsp. *murrayensis* J.Garden, Contr. New South Wales Natl. Herb. 2: 373 (1956).
 - *Callitris preissii* var. *murrayensis* (J.Garden) Silba, Phytologia Mem. 7: 17 (1984).
 - *Callitris gracilis* subsp. *murrayensis* (J.Garden) K.D.Hill, Fl. Australia 48: 716 (1998).

Propiedades físicas

Madera de color parduzco (Baker y Smith 1910; Esteban *et al.* 1991). Olor característico a alcanfor (Esteban *et al.* 1991). Sin sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Poco o nada diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004) o diferenciados (Heinz 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004) o redondeado (Greguss 1972). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Presencia de verrugosidades (Heinz 2004). Engrosamientos callitroides presentes (Greguss 1972; Heady y Evans 2000). Sin engrosamientos helicoidales. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Baker y Smith 1910) o tangencial (Greguss 1972; Heinz 2004). Paredes transversales exclusivamente lisas (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Homogéneos, aunque se ha descrito la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913). Paredes horizontales y finales lisas (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresioide (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 3 (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004). Radiales casi exclusivamente uniseriados (Esteban *et al.* 2002, 2004), ocasionalmente parcialmente biseriados (Esteban *et al.* 2002, 2004), de altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2004) o inferiores, entre 1 y 10 células (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002) o incluso inferiores a 4 células (Heinz 2004), pudiendo llegar hasta un máximo de 25 células (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.4.12. *Callitris rhomboidea* R. Br. ex Rich. & A. Rich.

Información general y distribución geográfica

Bay Cypress, Cypress Pine, Dune Cypress, Fir Cypress, Illawarra Mountain Pine, Oyster Bay Pine o Port Jackson Pine. Se distribuye en Australia, entre Nueva Gales del Sur, Queensland, Australia meridional, Tasmania y Victoria, en altitudes comprendidas entre 1 y 1.250 m (Farjon 2005).

Algunas de sus áreas se han visto convertidas en tierras de cultivo, siendo amenazadas también por el pastoreo y la invasión de malas hierbas. Muchas de sus poblaciones se encuentran en áreas protegidas.

Madera empleada para el vallado.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Callitris rhomboidea* R.Br. ex Rich. & A.Rich. in A.Richard (ed.), *Comm. Bot. Conif. Cycad.*: 47 (1826).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Frenela rhomboidea* (R.Br. ex Rich.) Endl., *Syn. Conif.*: 36 (1847).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Cupressus australis* Pers., *Syn. Pl.* 2: 580 (1807).
 - *Callitris cupressiformis* Vent., *Dec. Gen. Nov.*: 10 (1808).
 - *Thuja inaequalis* Desf., *Tabl. École Bot.*, ed. 2: 274 (1815).
 - *Thuja australis* Bosc ex Poir. in J.B.A.M.de Lamarck, *Encycl.*, Suppl. 5: 302 (1817).
 - *Callitris ventenatii* R.Br. ex Mirb., *Mém. Mus. Hist. Nat.* 13: 74 (1825), nom. nud.
 - *Callitris australis* (Pers.) Sweet, *Hort. Brit.*, ed. 2: 474 (1830).

- *Cyparissia australis* (Pers.) Hoffmanns., Verz. Pfl.-Kult. 1833: 20 (1833).
- *Frenela triquetra* Spach, Hist. Nat. Vég. 11: 845 (1841).
- *Callitris fothergillii* Loudon, Encycl. Trees Shrubs: 1072 (1842), nom. nud.
- *Frenela australis* (Pers.) Mirb. ex Endl., Syn. Conif.: 37 (1847).
- *Frenela variabilis* Carrière, Traité Gén. Conif.: 75 (1855).
- *Frenela rhomboidea* var. *pendula* Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 447 (1868).
- *Frenela rhomboidea* var. *mucronata* Benth., Fl. Austral. 6: 238 (1873).
- *Frenela rhomboidea* var. *tasmanica* Benth., Fl. Austral. 6: 238 (1873).
- *Callitris articulata* Gordon, Pinetum, ed. 2: 117 (1875).
- *Callitris cupressiformis* F.Muell., Key Vict. Pl. 1: 402 (1888).
- *Callitris cupressiformis* var. *mucronata* Maiden, Forest Fl. N.S.W. 2: 61 (1904).
- *Callitris cupressiformis* var. *pendula* (Parl.) Maiden, Forest Fl. N.S.W. 2: 61 (1904).
- *Callitris cupressiformis* var. *tasmanica* Maiden, Forest Fl. N.S.W. 2: 35, 61 (1904).
- *Callitris tasmanica* (Benth.) R.T.Baker & H.G.Sm., Res. Pines Australia: 233 (1910).
- *Callitris rhomboidea* var. *tasmanica* (Benth.) Ewart, B.Rees & B.Wood, Proc. Roy. Soc. Victoria, n.s., 24(1): 63 (1911).

Propiedades físicas

Madera de color marrón amarillento (Baker y Smith 1910), semejante al oro viejo cuando es pulida (Swain 1928). Carente de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Poco o nada diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004) o diferenciados (Heinz 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Baker y Smith 1910; Esteban *et al.* 2002, 2004), aunque se citan biseriadas en algunas ocasiones (Baker y Smith 1910; Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras presentes en la pared tangencial (Esteban *et al.* 2002, 2004). Alrededor de las punteaduras biseriadas, se describen barras de Sanio (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. No se describe la presencia de verrugosidades. Engrosamientos callitroides presentes (Burgerstein 1908; Heady y Evans 2000). Sin engrosamientos helicoidales. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Baker y Smith 1910; Esteban *et al.* 2002, 2004) o tangencial (Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales y finales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Punteaduras tipo cupressoide (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004), con un máximo de 8 punteaduras (Esteban *et al.* 2002). Radiales exclusivamente uniseriados (Esteban *et al.* 2002, 2004), de altura comprendida entre 1 y 15 (Burgerstein 1908; Baker y Smith 1910; Esteban *et al.* 2002, 2004), aunque también se han descritos inferiores a 4 células (Heinz 2004), y máximos de 20 (Baker y Smith 1910) e incluso hasta 35 células de altura (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.4.13. *Callitris roei* (Endl.) F.Muell.

Información general y distribución geográfica

Roe's Cypress Pine. Se distribuye en el suroeste de Australia, cerca de la costa y en zonas de la región de Wheatbelt, en altitudes comprendidas entre 50 y 350 m (Farjon 2005).

Las amenazas que afectan a esta especie son la pérdida y fragmentación del hábitat, el sobrepastoreo y el incremento de la frecuencia de incendios. Se conocen diversas poblaciones incluidas en áreas protegidas.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ *Callitris roei* (Endl.) F.Muell., Syst. Census Austral. Pl. 1: 109 (1882).

- Sinónimo nomenclatural:
 - *Frenela roei* Endl., Syn. Conif.: 36 (1847).
- Sinónimo taxonómico:
 - *Frenela subcordata* Parl., Index Seminum (FI) 1862: 24 (1862).

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera. Heady y Evans (2000) señalan la presencia de engrosamientos callitroides.

4.1.4.14. *Callitris sulcata* (Parl.) Schltr.

Información general y distribución geográfica

Sapin de Comboui. Endémica de Nueva Caledonia y Grande-Terre, en los valles de los ríos Comboui, Bumbea y Tontouta, en altitudes comprendidas entre 40 y 200 m (Farjon 2005).

Las amenazas que afectan a esta especie son los incendios y las talas, posee una escasa regeneración y no se encuentran poblaciones dentro de áreas protegidas.

No hay usos comerciales para esta madera, pero el uso tradicional en la construcción de viviendas indígenas aún continúa.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ *Callitris sulcata* (Parl.) Schltr., Bot. Jahrb. Syst. 39: 16 (1906).

- Sinónimos nomenclaturales:
 - *Frenela sulcata* Parl., Index Seminum (FI) 1862: 23 (1863).
 - *Nothocallitris sulcata* (Parl.) A.V.Bobrov & Melikyan, Komarovia 4: 85 (2006).
- Sinónimos taxonómicos:
 - *Octoclinis juniperoides* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 790 (1867).
 - *Frenela subumbellata* Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 447 (1868).
 - *Frenela balansae* Brongn. & Gris, Bull. Soc. Bot. France 16: 327 (1869).
 - *Callitris balansae* (Brongn. & Griseb.) Schltr., Bot. Jahrb. Syst. 39: 16 (1906).
 - *Callitris subumbellata* (Parl.) Schltr., Bot. Jahrb. Syst. 39: 16 (1906).

Propiedades físicas

No se han encontrado referencias que describan las propiedades físicas de esta madera.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Poco o nada diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004) o diferenciados (Heinz 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno circular y cuadrado (Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen de manera exclusivamente uniseriadas (Esteban *et al.* 2002, 2004), biseriadas en algunas ocasiones (Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. No se cita la presencia de verrugosidades. Engrosamientos callitroides (Heady y Evans 2000). Sin engrosamientos helicoidales. **Parénquima axial.**- Presente en distribución tangencial (Heinz 2004) y paredes transversales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas y finales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoide (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004). Radiales exclusivamente uniseriados (Esteban *et al.* 2002, 2004), de altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2004), o inferiores entre 1 y 9 (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.4.15. *Callitris verrucosa* (A.cunn. ex Endl.) F.Muell.

Información general y distribución geográfica

Camphor Wood, Cypress Pine, Mallee Pine, Scrib Cypress Pine o Turpentine Pine. Se distribuye en Australia, en Nueva Gales del Sur, Queensland, Australia meridional, Victoria y el oeste de Australia, en altitudes comprendidas entre 30 y 520 m (Farjon 2005).

Las amenazas que afectan a esta especie son la conversión de sus tierras para la agricultura y el pastoreo. El incremento de la frecuencia de incendios y sus intensidades también afectan a algunas zonas. Varias poblaciones se encuentran en áreas protegidas.

Madera similar al resto de especies de *Callitris*, pero su forma arbustiva la hace inadecuada para su uso.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Callitris verrucosa* (A.Cunn. ex Endl.) R.Br. ex Mirb., *Mém. Mus. Hist. Nat.* 13: 74 (1825).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Frenela verrucosa* A.Cunn. ex Endl., *Syn. Conif.*: 37 (1847).
 - *Frenela robusta* var. *verrucosa* (A.Cunn. ex Endl.) Benth., *Fl. Austral.* 6: 237 (1873).
 - *Callitris robusta* var. *verrucosa* (A.Cunn. ex Endl.) F.M.Bailey, *Syn. Queensl. Fl.*: 497 (1883).
 - *Callitris preissii* subsp. *verrucosa* (A.Cunn. ex Endl.) J.Garden, *Contr. New South Wales Natl. Herb.* 2: 375 (1956).
 - *Callitris preissii* var. *verrucosa* (A.Cunn. ex Endl.) Silba, *Phytologia Mem.* 7: 17 (1984).

Propiedades físicas

Madera de color claro (Baker y Smith 1910). Carente de olor y sabor característicos.

Anillos de crecimiento.- Poco o nada diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004) o diferenciados (Heinz 2004). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen de manera exclusivamente uniseriadas (Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Verrugosidades presentes (Heinz 2004). Engrosamientos callitroides (Heady y Evans 2000; Esteban *et al.* 2002, 2004). Sin engrosamientos helicoidales. **Parénquima axial.-** Presente de distribución difusa (Baker y Smith 1910), tangencial (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004) y también terminal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Paredes transversales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). **Radial leñosos.-** Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas y finales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoides (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004). Radial exclusivamente uniseriados (Esteban *et al.* 2002, 2004), de altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2004), o inferiores entre 1 y 8 (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.-** No se han citado. **Inclusiones minerales.-** No se han descrito.

Resultados

Las siguientes tablas resumen las características observadas en las especies del género *Callitris*.

No se han obtenido muestras de *Ca. baileyi*, *Ca. canescens*, *Ca. monticola* y *Ca. muelleri*.

RESULTADOS

Tabla 7. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Callitris* I. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#). Las celdas resaltadas en gris corresponden con las especies de las que no se han obtenido muestras.

<i>Características anatómicas</i>		<i>Callitris baileyi</i>	<i>Callitris canescens</i>	<i>Callitris columellaris</i>	<i>Callitris drummondii</i>	<i>Callitris endlicheri</i>	<i>Callitris macleayana</i>	<i>Callitris monticola</i>	<i>Callitris muelleri</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)			-	-	X	X		
	Poco o nada diferenciados (41)			X	X	-	-		
	Transición abrupta (42)			-	-	-	-		
	Transición gradual (43)			-	-	X	X		
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas			X	-	X	X		
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriadas (44)			X	X	X	X		
	Punteaduras radiales biseriadas (45)			-	-	-	(X)		
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)			-	-	-	(X)		
	Punteaduras tangenciales			-	-	-	X		
	Depósitos (48)			-	-	X	-		
	Espacios intercelulares (53)			(X)	-	X	-		
	Punteaduras radiales con toro definido (56)			X	X	X	X		
	Verrugosidades (60)			X	X	X	-		
	Engrosamientos callitroides (71)			X	(X)	X	-		
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio			-	-	-	X		
Parénquima axial	Trabécula			X	-	X	X		
	Presente (72)			X	X	(X)	X		
	Distribución difusa (73)			-	X	-	X		
	Distribución tangencial (74)			X	X	-	X		
	Distribución terminal (75)			-	-	X	-		
Composición de los radios	Paredes transversales lisas (76)			X	X	X	X		
	Traqueidas radiales ausentes (80)			X	X	X	X		
	Paredes finales lisas (85)			X	X	X	X		
Punteaduras del campo de cruce	Paredes horizontales lisas (87)			X	X	X	X		
	Cupresoides (93)			X	X	X	X		
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)			X	X	X	X		
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)			-	-	-	-		
Dimensiones de los radios	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)			-	-	-	-		
	<4 células de altura			-	-	-	-		
	Entre 5-15 células de altura			X	X	X	X		
	Entre 16-30 células de altura			(X)	-	(X)	(X)		
	>30 células de altura			-	-	-	-		
	Uniseriados (107)			X	X	X	X		

RESULTADOS

Tabla 8. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Callitris* II. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#). Las celdas resaltadas en gris corresponden con las especies de las que no se han obtenido muestras.

<i>Características anatómicas</i>		<i>Callitris neocaledonica</i>	<i>Callitris oblonga</i>	<i>Callitris preissii</i>	<i>Callitris rhomboidea</i>	<i>Callitris roei</i>	<i>Callitris sulcata</i>	<i>Callitris verrucosa</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	-	X	X	X	-	X	X
	Poco o nada diferenciados (41)	X	-	-	-	X	-	-
	Transición abrupta (42)	-	X	-	-	-	X	-
	Transición gradual (43)	-	-	X	X	-	-	X
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-	-	X	X	-	-	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriadas (44)	X	X	X	X	X	X	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)	-	(X)	-	-	-	-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)	-	(X)	-	-	-	-
	Punteaduras tangenciales	X	X	-	-	-	-	-
	Depósitos (48)	-	-	-	-	-	-	-
	Espacios intercelulares (53)	(X)	-	-	-	-	-	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X	X	X	X	X	X	X
	Verrugosidades (60)	X	X	X	X	X	(X)	X
	Engrosamientos callitroides (71)	(X)	-	X	-	(X)	-	X
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	X	-	-	-	-	-	-
Parénquima axial	Trabécula	X	-	X	-	-	-	X
	Presente (72)	(X)	(X)	X	X	(X)	X	X
	Distribución difusa (73)	-	-	-	-	X	-	-
	Distribución tangencial (74)	-	X	X	X	-	X	X
	Distribución terminal (75)	X	-	X	-	-	-	-
Composición de los radios	Paredes transversales lisas (76)	X	X	X	X	X	X	X
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X	X	X	X	X	X	X
	Paredes finales lisas (85)	X	X	X	X	X	X	X
Punteaduras del campo de cruce	Paredes horizontales lisas (87)	X	X	X	X	X	X	X
	Cupresoides (93)	X	X	X	X	X	X	X
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-	X	X	X	X	X	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X	-	-	-	-	-	-
Dimensiones de los radios	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-	-	-	-	-	-	-
	<4 células de altura	-	-	-	-	X	-	-
	Entre 5-15 células de altura	X	X	X	X	(X)	X	X
	Entre 16-30 células de altura	(X)	-	(X)	(X)	-	-	-
	>30 células de altura	-	-	-	-	-	-	-
	Uniseriados (107)	X	X	X	X	X	X	X

Anatomía comparada

Género muy asociado a *Actinostrobus* (Patton 1927; Phillips 1948), siendo indiferenciables sus maderas según Patton (1927).

De forma genérica puede considerarse con una albura y duramen diferenciados, con un color para el duramen que varía desde el marrón amarillento hasta el marrón oscuro típico del género (Ilic 1994; Boland *et al.* 2006) y la albura amarillenta. *Ca. columellaris* se caracteriza por presentar la madera más oscura del género *Callitris*, facilitando su identificación macroscópica (Baker y Smith 1910; Gaussen 1968). Se describe a este género como aromático (Swain 1928; Esteban *et al.* 1996), con un olor semejante al alcanfor (Rendle 1970; Chudnoff 1984; Esteban *et al.* 1991). Ilic (1994) considera que se pueden diferenciar las maderas de *Ca. columellaris* y *Ca. endlicheri* por el olor, siendo más dulce el de *Ca. endlicheri*, semejante al de *Cryptomeria japonica*, y más picante el de *Ca. columellaris*. Sin sabor característico.

Según Phillips (1948) la madera de *Callitris* es particularmente densa y dura para ser una conífera, por lo que su reconocimiento es fácil.

Muchos autores consideran imposible diferenciar las especies de *Callitris* en base a la anatomía de su madera, no existiendo diferencias cualitativas que puedan ser usadas para identificarlas.

No se han encontrado estudios anatómicos que abarquen la totalidad del género. Heinz (2004) presenta el estudio más amplio con 11 de las 15 especies del género, pero no es completo, no describiéndose muchas de las características contempladas por IAWA Committee (2004) y observándose contradicciones con el resto de autores, como al considerar la presencia de engrosamientos callitroides únicamente presente en *Ca. neocaledonica*.

Todas las especies del género descritas por Heinz (2004) se caracterizan por presentar anillos de crecimiento diferenciados, coincidente con otros autores en *Ca. columellaris*, *Ca. drummondii* y *Ca. macleayana*. Otros autores, sin embargo, los consideran como poco o nada diferenciados (Patton 1927; Phillips 1948; Ilic 1994) como en *Ca. canescens* (Greguss 1972), *Ca. columellaris* (Baker y Smith 1910; Dadswell y Eckersley 1935; Barefoot y Hankins 1982; Esteban *et al.* 2002, 2004) y en *Ca. oblonga*, *Ca. preissii*, *Ca. rhomboidea*, *Ca. sulcata* y *Ca. verrucosa* (Esteban *et al.* 2002, 2004). Las muestras estudiadas no presentan una homogeneidad en cuanto a los anillos de crecimiento, observándose tanto diferenciados como poco o nada diferenciados (Figura 15 C), y con transiciones graduales (Figura 15 A) o abruptas (Figura 15 B). Los caracteres anatómicos observados aparecen en las Tabla 7 y Tabla 8.

Heady y Evans (2005) proponen como elemento diferenciador entre los géneros *Actinostrobus* y *Callitris* la presencia de venas axiales, observadas en todas las especies de *Actinostrobus*. En este estudio (Tabla 7 y Tabla 8) se observa la presencia de venas axiales también en *Ca. columellaris*, *Ca. endlicheri*, *Ca. macleayana*, *Ca. preissii* y *Ca. rhomboidea* (Figura 15 D, E, F, G), dificultando la diferenciación entre los géneros.

Traqueidas de sección redondeada o poligonal con las esquinas redondeadas. En todas las muestras estudiadas, las traqueidas axiales presentan punteaduras radiales exclusivamente uniseriadas, citándose también como biseriadas de manera ocasional (Patton 1927; Peirce 1937; Ilic 1994; Esteban *et al.* 1996). De manera aislada aparecen biseriadas opuestas (Figura 15 M) en *Ca. macleayana*, *Ca. neocaledonica* y *Ca. preissii*, citándose particularmente en *Ca. columellaris* (Baker y Smith 1910; Dadswell y Eckersley 1935; Esteban *et al.* 2002, 2004), *Ca. neocaledonica*

(Heinz 2004), *Ca. rhomboidea* (Baker y Smith 1910; Esteban *et al.* 2002, 2004) y *Ca. sulcata* (Esteban *et al.* 2002, 2004). Se han observado punteaduras en la pared tangencial (Figura 15 H, I) de *Ca. macleayana*, *Ca. neocaledonica* y *Ca. oblonga*, citadas por Esteban *et al.* (2002, 2004) en *Ca. columellaris*, *Ca. oblonga*, *Ca. preissii*, *Ca. rhomboidea*, *Ca. sulcata* y *Ca. verrucosa*, y por Greguss (1972) en *Ca. drummondii*. Se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales de *Ca. columellaris* (Barefoot y Hankins 1982), pero únicamente se han observado en las muestras de *Ca. endlicheri* (Figura 16 A, B) (Tabla I). Se ha citado ocasionalmente la presencia de espacios intercelulares (Figura 15 J) en *Callitris* (Esteban *et al.* 1996), observándose de manera ocasional en *Ca. columellaris* y *Ca. neocaledonica*, siendo más frecuentes en *Ca. endlicheri*. Punteaduras radiales con toro definido (Figura 16 C, D) presentes en todas las especies. Se observan verrugosidades en todas las especies salvo en *Ca. macleayana*, siendo ocasional en *Ca. sulcata*. Este género se describe con verrugosidades (Figura 16 E, F) (Cronshaw 1961; Liese 1965a; Ilic 1994; Esteban *et al.* 1996), visibles en algunos casos incluso con el microscopio óptico (IAWA Committee 2004). Específicamente se han citado en 6 especies, considerándose un carácter muy visible en *Ca. columellaris* (Wardrop *et al.* 1959; Cronshaw *et al.* 1961; Butterfield y Meylan 1980; IAWA Committee 2004; Heinz 2004) y presentes según Heinz (2004) también en *Ca. canescens*, *Ca. drummondii*, *Ca. endlicheri* y *Ca. preissii*.

Heady *et al.* (1994) señalan dentro del género dos tipos de verrugosidades, una alargada y nodulada y la otra pequeña y esférica. Geográficamente estos tipos se dividen entre las especies de *Callitris* propias de ambientes más húmedos, donde aparecen pequeñas y redondeadas, y en los ambientes más secos, donde son largas y noduladas. No se demuestra la influencia de las condiciones ambientales en la morfología de las verrugosidades, considerando este carácter como posible para la identificación de especies del género *Callitris*. Las maderas de *Ca. columellaris* y *Ca. endlicheri* son consideradas muy parecidas, e incluso indiferenciables según Boland *et al.* (2006). El uso de *Ca. columellaris* debido a su gran resistencia a la putrefacción y el ataque de termitas, es fundamentalmente exterior. Se ha dado el caso en varias ocasiones de haber sido sustituida por *Ca. endlicheri*, de menor resistencia y precio más asequible, sin conocimiento del comprador. Ilic (1994) y Heady *et al.* (2008) proponen que el estudio del tamaño y morfología de las verrugas puedan ser empleados para la diferenciación de ambas especies, siendo más pequeñas en *Ca. columellaris* y justificando un estudio más amplio al respecto.

Sin engrosamientos helicoidales. Los engrosamientos callitroides (Figura 16 G, H, I, J, K) se describen como la característica principal del género *Callitris* (Peirce 1937; Barefoot y Hankins 1982; Ilic 1994; Esteban *et al.* 1996; IAWA Committee 2004), aunque no se describen en todas sus especies (Phillips 1948; Cronshaw 1961; Davies y Ingle 1966; Esteban *et al.* 2004), pudiendo diferenciarse fácilmente *Ca. macleayana* del resto por la ausencia de engrosamientos (Phillips 1948; Barefoot y Hankins 1982; IAWA Committee 2004). El estudio de Heady y Evans (2000) muestra la existencia de engrosamientos en todas las especies de *Callitris*, siendo más frecuentes en especies de hábitats más áridos que en las de las zonas más húmedas. Estos autores consideran que la frecuencia y morfología varía entre las especies, pudiendo explicar que algunos autores describan determinadas especies sin engrosamientos callitroides. Engrosamientos callitroides presentes en *Ca. columellaris*, *Ca. endlicheri*, *Ca. preissii* y *Ca. verrucosa*, menos frecuentes en *Ca. drummondii*, *Ca. neocaledonica* y *Ca. roei*, y ausentes en *Ca. macleayana*, *Ca. oblonga*, *Ca. rhomboidea* y *Ca. sulcata*. Heady y Evans (2000) hipotetizan sobre la función de los engrosamientos callitroides como un elemento para evitar el colapso de las traqueidas. Se describen engrosamientos callitroides en los campos de cruce (Heady y Evans 2000), observado

en *Ca. endlicheri* y *Ca. verrucosa* (Figura 16 J, K). Trabécula presente en varias especies (Figura 16 L, M).

Se han descrito barras de Sanio en *Ca. rhomboidea* (Esteban *et al.* 2002, 2004), al igual que se han observado en *Ca. macleayana* (Figura 15 L) y *Ca. neocaledonica*.

El parénquima axial está presente en todas las especies de *Callitris*, siendo menos frecuente en *Ca. endlicheri*, *Ca. neocaledonica*, *Ca. oblonga* y *Ca. roei*. El tipo de distribución del parénquima varía entre las especies, siendo predominantemente de distribución tangencial (Figura 15 C), y ocasionalmente también difusa (Figura 15 B) o terminal (Figura 15 A), al igual que aparece en la bibliografía estudiada. Según IAWA Committee (2004) el parénquima axial tangencial más fácil de identificar es el presente en el género *Callitris*, entre otros, aunque señala que puede ser disperso en algunos especímenes. Algunos autores caracterizan al género con parénquima en distribución difusa (Patton 1927; Peirce 1937; Ilic 1994; Esteban *et al.* 1996). Paredes transversales exclusivamente lisas (Figura 15 K), de acuerdo con el resto de autores.

Los radios leñosos están constituidos únicamente por parénquima radial en todas las especies, no encontrándose traqueidas radiales como las descritas para el género (Jones 1924; Bannan 1934; Peirce 1937) o de manera ocasional en *Ca. columellaris*, *Ca. endlicheri* o *Ca. preissii*, descritas por Holden (1913). Paredes horizontales lisas (Figura 16 N, O), descritas de manera ocasional como punteadas en *Ca. drummondii* (Greguss 1972). Paredes finales lisas (Figura 16 N, O), sin presencia de hendiduras como las descritas en *Ca. canescens* por Greguss (1972).

Punteaduras tipo cupresoide (Figura 16 P, Q), generalmente entre 1 y 2 por campo, observándose entre 1 y 3 en *Ca. neocaledonica*. Los máximos citados son entre 4 y 5 punteaduras por campo en *Ca. columellaris* (Dadswell y Eckersley 1935; Baker y Smith 1910).

Radios leñosos exclusivamente uniseriados, entre 5 y 15 células de altura generalmente para todas las especies, encontrándose máximos de hasta 20 células en *Ca. columellaris*, *Ca. endlicheri*, *Ca. macleayana*, *Ca. neocaledonica*, *Ca. preissii* y *Ca. rhomboidea*, e inferiores a 4 células en *Ca. roei*. Las alturas máximas citadas para el género llegan a 35 células de altura (Peirce 1937; Barefoot y Hankins 1982; Ilic 1994; Esteban *et al.* 1996). Según Patton (1927), *Ca. columellaris* se puede diferenciar de *Ca. muelleri*, *Ca. rhomboidea* y *Ca. oblonga* por la altura de sus radios. Peirce (1937) compara *Callitris*, *Neocallitropsis* y *Tetraclinis*, diferenciándolas por la mayor altura de los radios leñosos de *Neocallitropsis*. No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

Láminas del género *Callitris*

Figura 15. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Callitris* I. A, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición gradual y parénquima axial en distribución terminal. *Ca. macleayana*. B, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición abrupta y parénquima axial en distribución difusa. *Ca. oblonga*. C, Anillo de crecimiento poco diferenciado y parénquima axial en distribución tangencial. *Ca. columellaris*. D-G, Axial veins. *Ca. columellaris*, *Ca. preissii*, *Ca. rhomboidea*, *Ca. macleayana*. H-I, Punteaduras en la pared tangencial. *Ca. macleayana*, *Ca. neocaledonica*. J, Espacios intercelulares. *Ca. endlicheri*. K, Pared transversal del parénquima axial lisa. *Ca. drummondii*. L, Barras de Sanio. *Ca. macleayana*. M, Punteaduras radiales biseriadas. *Ca. neocaledonica*. Escalas: A-C, 150 μ m; B-G, 100 μ m; D-E-F, 200 μ m; H-I-J-M, 25 μ m; K-L, 20 μ m.

Figura 16. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Callitris* II. A-B, Depósitos en las traqueidas radiales. *Ca. endlicheri*. C-D, Toro definido. *Ca. oblonga*, *Ca. rhomboidea*. E-F, Verrugosidades. *Ca. rhomboidea*, *Ca. drummondii*. G-H, Engrosamiento callitroide en el corte radial. *Ca. endlicheri*, *Ca. columellaris*. I, Engrosamiento callitroide en el corte tagencial. *Ca. endlicheri*. J-K, Engrosamiento callitroide en el campo de cruce. *Ca. endlicheri*, *Ca. verrucosa*. L-M, Trabécula. *Ca. endlicheri*, *Ca. preissii*. N-O. Paredes horizontales y finales del arénquima radial lisas. *Ca. oblonga*, *Ca. roei*. P-Q, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoides. *Ca. rhomboidea*, *Ca. sulcata*. Escalas: A, 50 μm ; B-G-H-I-J, 25 μm ; C-D, 5 μm ; E-K-L-M-O, 20 μm ; F-Q, 10 μm ; N, 40 μm ; P, 15 μm .

4.1.5.- Anatomía de la madera del género *Calocedrus* Kurz (1873).

El género *Calocedrus* Kurz se distribuye en la región oeste de Norteamérica, desde Oregón hasta Baja California, en Taiwán, suroeste de China y sureste de Asia. Actualmente World Checklist considera que este género consta de 4 especies, añadiendo *Cal. ruperstris* Aver. a las 3 especies descritas por Farjon (2005): *Cal. decurrens* (Torr.) Florin, *Cal. formosana* (Florin) Florin y *Cal. macrolepis* Kurz. En este estudio se seguirá el tratamiento taxonómico descrito por Farjon (2005).

IUCN (2014) muestra para este género una tendencia poblacional decreciente para *Cal. formosana* catalogada como EN (en peligro), desconocida para *Cal. macrolepis* catalogada como NT (amenazada) y estable para *Cal. decurrens* catalogada como LC (sin amenazas). Las amenazas que afectan a este género son la sobreexplotación y la tala ilegal.

Salvo por añadir la especie *Cal. rupestris* al género, presente en Vietnam y el oeste de la provincia de Guangxi (China), su taxonomía no se está viendo afectada.

4.1.5.1. *Calocedrus decurrens* (Torr.) Florin

Información general y distribución geográfica

Amerikaanse Potlood-ceder, Bastard Cedar, California Calocedar, California Incense Cedar, California Post Cedar, Califronische Witte Cedar, Cedar, Cedre a Crayons, Cedro Bianco, Cedro Bianco di California, Cedro del Incienso, Cedro da Matite, Geurende Cedar, Heyderie, Juniper, Incense Cedar, Kalifornisch Fluss-zeder, Libocedro, Libocedro de California, Libocedro dell'America, Pencil Cedar, Port Cedar, Post Cedar, Red Cedar, Rod-ceder, Roughbark Cedar, Weihrauch-zeder, Weihrauchzeder, White Cedar o Witte Cedar. Se distribuye en Méjico en el norte de Baja California, y en Estados Unidos en los estados de California y Oregón, en altitudes comprendidas entre 50 y 2.960 m (Farjon 2005).

Esta especie se encuentra dentro de muchas áreas protegidas, incluidos parques nacionales.

Madera muy empleada en la fabricación de lápices, revestimientos exteriores, ventanas, cercas y enrejados. Se ha plantado como árbol ornamental. A pesar de su nombre común, no se utiliza para la quema de incienso.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Calocedrus decurrens* (Torr.) Florin, Taxon 5: 192 (1956).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Libocedrus decurrens* Torr., Pl. Frémont.: 7 (1853).
 - *Heyderia decurrens* (Torr.) K.Koch, Dendrologie 2(2): 179 (1873).
 - *Thuja decurrens* (Torr.) Voss, Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 16: 88 (1907).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Abies cupressoides* Poir. in J.B.A.M.de Lamarck, Encycl. 6: 524 (1804).
 - *Thuja craigana* A.Murray, Bot. Exped. Oregon 8: 2, t. 5 (1853).
 - *Libocedrus decurrens* var. *glauca* Beissn. in H.Jaeger & L.Beissner, Ziergehloze Gart. Park., ed. 2: 472 (1884).
 - *Libocedrus decurrens* f. *glauca* (Beissn.) Beissn., Handb. Conif.: 6 (1887).

- *Libocedrus decurrens* f. *compacta* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 30 (1891).
- *Libocedrus decurrens aureovariegata* Schwer., Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 16: 256 (1908).
- *Libocedrus decurrens* f. *aureovariegata* (Schwer.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 49 (1949).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un color marrón (Sargent 1885; Brown *et al.* 1949; Record y Hess 1949; Harrar 1957; Henderson 1957; Mainieri 1958; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Rendle 1969b; Brown 1978a; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Collardet y Besset 1992; Alden 1997; Flynn y Holder 2001; Bergman *et al.* 2010) de tono rosado (Record 1934; Harrar 1957; Esteban *et al.* 1991) o rojizo (Record 1934; Brown *et al.* 1949; Record y Hess 1949; Harrar 1957; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Rendle 1969b; Brown 1978a; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Collardet y Besset 1992; Alden 1997; Flynn y Holder 2001; Bergman *et al.* 2010) y ocasionalmente violáceo (Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; IAWA Committee 2004) el duramen y la albura amarillenta (Brown *et al.* 1949; Record y Hess 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 1991; Alden 1997; Flynn y Holder 2001; Bergman *et al.* 2010). Olor característico, algo picante (Record 1934; Harrar 1957; Mainieri 1958; Henderson 1957; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Rendle 1969b; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 1991; Esteban *et al.* 2000; Alden 1997; Flynn y Holder 2001; Bergman *et al.* 2010). Sabor acre (Brown *et al.* 1949; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990) o picante (Record 1934; Esteban *et al.* 1991).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1896, 1907; Brown 1928; Record 1934; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Mainieri 1958; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Wagenführ 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), de transición gradual (Penhallow 1907; Brown 1928; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Mainieri 1958; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Wagenführ 1996). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1955; Harrar 1957; Gaussen 1968; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Penhallow 1907; Gerry 1910; Bannan 1944; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas (Penhallow 1907; Bannan 1944; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996), generalmente en la madera de primer crecimiento. Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1907; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996). Barras de Sanio presentes generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Gerry 1910; Bannan 1944). Se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales (Barefoot y Hankins 1982). Punteaduras areoladas con toro definido (Bannan 1944; Boutelje 1955; Jacquot 1955; Carvalho 1996; Gadek *et al.* 2000). No se han descrito verrugosidades. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Penhallow 1907; Brown 1928; Bannan 1944; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996; Wagenführ 1996; Esteban *et al.* 2002, 2004), tangencial (Penhallow 1896, 1907;

Record 1934; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004) y terminal (Wagenführ 1996; Esteban *et al.* 2000). Paredes transversales noduladas (Bannan 1944; Boutelje 1955; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Homogéneos, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913; Bannan 1944; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Wagenführ 1996; Heinz 2004). Paredes horizontales lisas (Heinz 2004) y punteadas (Boutelje 1955; Greguss 1955; Jacquot 1955; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004) y paredes finales noduladas (Penhallow 1896, 1907; Bannan 1944; Boutelje 1955; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Barefoot y Hankins 1982; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; IAWA Committee 2004; Heinz 2004). Hendiduras marcadas (Bannan 1944; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Boutelje 1955; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresioide (Brown *et al.* 1949; Boutelje 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Wagenführ 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004) o taxodioide (Bannan 1944; Boutelje 1955; Jacquot 1955; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Burgerstein 1908; Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Wagenführ 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 4 (Penhallow 1907; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004) o incluso 7 (Esteban *et al.* 2002). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Penhallow 1907; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2000), o de rango inferior entre 1 y 6 células, con máximos citados de 20 células (Burgerstein 1908; Jacquot 1955; Harrar 1957; Carvalho 1996). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.5.2. *Calocedrus formosana* (Florin) Florin

Información general y distribución geográfica

Taiwan Cui Bai. Se distribuye en las montañas centrales de Taiwán, en altitudes comprendidas entre 800 y 2.000 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran actualmente en zonas protegidas.

Madera empleada en la construcción, generalmente a nivel local o regional.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ *Calocedrus formosana* (Florin) Florin, Taxon 5: 192 (1956).

○ Sinónimos nomenclaturales:

- *Libocedrus formosana* Florin, Svensk Bot. Tidskr. 24: 126 (1930).
- *Libocedrus macrolepis* var. *formosana* (Florin) Kudô, J. Soc. Trop. Agric. 3: 16 (1931).
- *Heyderia formosana* (Florin) H.L.Li, J. Arnold Arbor. 34: 23 (1953).
- *Calocedrus macrolepis* var. *formosana* (Florin) W.C.Cheng & L.K.Fu, Fl. Reipubl. Popul. Sin. 7: 327 (1978).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un color marrón de tono amarillento o rojizo el duramen y la albura de color gris amarillento o gris rojizo (Jiang *et al.* 2010). Keating y Bolza (1982) la describen con albura y duramen no diferenciados, de color marrón amarillento. Olor semejante al ciprés (Keating y Bolza 1982; Jiang *et al.* 2010). Sabor picante (Jiang *et al.* 2010).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), de transición gradual (Yang y Yang 1987). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Gaussen 1968; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), que en la madera de primer crecimiento se torna ovalada y redondeada (Jiang *et al.* 2010) dando lugar a espacios intercelulares (IAWA Committee 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas (Yang y Yang 1987), generalmente en la madera de primer crecimiento. Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Yang y Yang 1987; Jiang *et al.* 2010). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Boutelje 1955). No se han descrito verrugosidades. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Jiang *et al.* 2010), tangencial (Yang y Yang 1987; Heinz 2004) y terminal (Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales lisas (Yang y Yang 1987) y noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). **Radial leñosos.-** Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Heinz 2004). Paredes horizontales lisas (Heinz 2004) y punteadas (Boutelje 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), paredes finales lisas (Boutelje 1955; Jiang *et al.* 2010) y noduladas (Boutelje 1955; Yang y Yang 1987; Heinz 2004; IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010). Hendiduras presentes (Boutelje 1955; Yang y Yang 1987). Punteaduras tipo cupresoide (Boutelje 1955; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) o taxodioide (Boutelje 1955; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004), o entre 1 y 4 (Yang y Yang 1987; Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar hasta 5 (Esteban *et al.* 2002). Radial casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2002, 2004), también citados mayores entre 1 y 30 células (Jiang *et al.* 2010). **Canales resiníferos.-** No se han citado. **Inclusiones minerales.-** No se han descrito.

4.1.5.3. *Calocedrus macrolepis* Kurz

Información general y distribución geográfica

Cui Bai, Hsiang-poh o Libocedro de Oriente. Se distribuye en China en las provincias de Guangxi, Guzhou, Hainan y Tunnan, en Myanmar, Tailandia y Vietnam, en altitudes comprendidas entre 740 y 2.000 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Especie muy empleada en la reforestación debido a su fácil germinación y rápido crecimiento. Madera muy resistente pero poco empleada en la construcción por la cantidad de nudos que presenta.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ ***Calocedrus macrolepis* Kurz, J. Bot. 11: 196 (1878).**

○ Sinónimos nomenclaturales:

- *Libocedrus macrolepis* (Kurz) Benth. & Hook.f., Gen. Pl. 3: 426 (1880).
- *Thuja macrolepis* (Kurz) Voss, Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 16: 88 (1907).
- *Heyderia macrolepis* (Kurz) H.L.Li, J. Arnold Arbor. 34: 23 (1953).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un color marrón de tono amarillento o rojizo para el duramen y la albura de color gris amarillento o gris rojizo (Jiang *et al.* 2010). Descrita como indiferenciados de color blanco amarillento (Tang 1933; Esteban *et al.* 1991). Olor semejante al ciprés (Kanehira 1921a; Tang 1933; Esteban *et al.* 1991; Jiang *et al.* 2010). Sabor picante (Jiang *et al.* 2010).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Poco o nada diferenciados (Kanehira 1921a; Tang 1933; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), ocasionalmente diferenciados (Heinz 2004), de transición gradual (Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), ocasionalmente ovalada (Gausson 1968; Jiang *et al.* 2010) dando lugar a espacios intercelulares (Tang 1933). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Kanehira 1921a; Tang 1933; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas (Jiang *et al.* 2010), generalmente en la madera de primer crecimiento. Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Kanehira 1921a; Metcalfe 1931; Jiang *et al.* 2010). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Boutelje 1955; Gadek *et al.* 2000). No se describen verrugosidades. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Jiang *et al.* 2010). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Tang 1933; Jiang *et al.* 2010), tangencial (Metcalfe 1931; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) y terminal (Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales noduladas (Boutelje 1955; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). **Radiales leñosos.**- Homogéneos, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Heinz 2004). Paredes horizontales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004) y punteadas (Boutelje 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), paredes finales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010) y noduladas (Boutelje 1955; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Presencia de hendiduras (Boutelje 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoide (Boutelje 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) y taxodioide (Boutelje 1955; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Tang 1933; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar hasta 4 (Kanehira 1921a; Tang 1933; Esteban *et al.* 2002; Jiang *et al.* 2010). Exclusivamente uniseriados (Kanehira 1921a; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Kanehira 1921a; Metcalfe 1931; Esteban *et al.* 2004; Jiang *et al.* 2010), generalmente entre 1 y 6 (Esteban *et al.* 2002), con máximos cercanos a 30 células (Kanehira 1921a; Jiang *et al.* 2010). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en las especies del género *Calocedrus*.

RESULTADOS

Tabla 9. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Calocedrus*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Cal. decurrens</i>	<i>Cal. formosana</i>	<i>Cal. macrolepis</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X	X	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-	-	-
	Transición abrupta (42)	-	-	-
	Transición gradual (43)	X	X	X
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-	-	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X	X	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	-	-	(X)
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	-	-	(X)
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-	-	-
	Punteaduras tangenciales	(X)	(X)	(X)
	Depósitos (48)	-	-	-
	Espacios intercelulares (53)	-	X	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X	X	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-	-	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	X	-	-
	Verrugosidades (60)	(X)	(X)	(X)
	Engrosamientos helicoidales (61)	-	-	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-	-	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-	-	X
	Trabécula	-	X	X
Parénquima axial	Presente (72)	X	X	X
	Distribución difusa (73)	X	-	X
	Distribución tangencial (74)	X	X	X
	Distribución terminal (75)	X	-	X
	Paredes transversales lisas (76)	-	-	-
	Paredes transversales irregulares (77)	X	-	-
	Paredes transversales noduladas (78)	X	X	X
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-	-	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X	X	X
	Paredes finales lisas (85)	X	X	-
	Paredes finales noduladas (86)	X	X	X
	Paredes horizontales lisas (87)	X	X	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-	-	-
	Hendiduras (89)	X	-	(X)
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-	-	-
	Cupresoides (93)	X	X	X
	Taxodioides (94)	-	-	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	X	X	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	(X)	(X)	-
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-	-	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-	-	-
	Entre 5-15 células de altura	X	X	X
	Entre 16-30 células de altura	-	(X)	(X)
	>30 células de altura	-	-	-
	Uniseriados (107)	X	X	X
	Parcialmente biseriados (108)	-	-	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-	-	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-	-	-

Anatomía comparada

Las claves de identificación existentes no son completas, al no incluir la totalidad de las especies del género, o al encontrarse incluidas en el género *Libocedrus* al que pertenecía antiguamente (Peirce 1937; Jacquot 1955; Peraza 1964; Peraza *et al.* 1993). Esta situación provoca distintas entradas en una misma clave (Peirce 1937) y confusión en las descripciones.

En la clave de cupresáceas presentes en Taiwán creada por Yang y Yang (1987), *Cal. formosana* se diferencia de otras cupresáceas como *Cryptomeria*, *Cu. konishii*, *Cu. lanceolata*, *Taiwania*, *Ch. obtusa* y *Ch. formosensis*, por la presencia de parénquima axial, transición gradual entre la madera de primer crecimiento y la madera tardía, y por la presencia de punteaduras tipo cupresóide.

En algunas claves se diferencian grupos de maderas olorosas (Record 1934; Core *et al.* 1979) al que *Cal. decurrens* pertenece, que junto con *Ch. thyoides* y *Th. occidentalis* se caracterizan por su olor picante (Core *et al.* 1979).

Según Penhallow (1896) los géneros *Calocedrus*, *Cupressus*, *Thuja* y *Juniperus*, propios de Norteamérica, forman un grupo homogéneo, donde algunas de las características que los agrupan son la presencia de parénquima axial, la ausencia de canales resiníferos, y la presencia de paredes finales noduladas en el parénquima radial. Entre ellos diferencia *Calocedrus* y *Juniperus* por la distribución tangencial del parénquima axial, siendo en *Thuja* y *Cupressus* difusa, no estando presente en todos los anillos de crecimiento.

Entre las especies que se consideran semejantes a *Cal. decurrens* se encuentran *Austrocedrus* (Boutelje 1955), *Fitzroya* (Bannan 1944; Phillips 1948; Boutelje 1955), *J. lucayana* (Phillips 1948), *J. virginiana* (Bannan 1944; Phillips 1948; Core *et al.* 1979; Barefoot y Hankins 1982), *Th. plicata* (Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990), *Pilgerodendron* (Phillips 1948) y *Sequoia* (Carvalho 1996). Macroscópicamente *Cal. decurrens* y *Th. plicata* presentan una variación del color de su duramen entre marrón oscuro y marrón rojizo y un olor picante característico (Henderson 1957; Rendle 1969b), diferenciándose por la ausencia de sabor en *Th. plicata* (Hoadley 1990). Frente a *J. virginiana*, *Cal. decurrens* presenta un color de duramen más oscuro y su característico olor picante (Core *et al.* 1979). *Cal. decurrens* y *J. lucayana* son microscópicamente muy semejantes, al presentar paredes transversales y finales del parénquima noduladas (Bannan 1944; Phillips 1948; Barefoot y Hankins 1982). Microscópicamente Boutelje (1955) diferencia la madera de *Calocedrus* frente a *Austrocedrus* y *Fitzroya* en base a la altura de los radios y la distribución del parénquima. El estudio realizado por Phillips (1948) destaca que la madera de *Pilgerodendron* es semejante a la de *Cal. decurrens* en aspectos generales, pero que se pueden separar microscópicamente por la altura de los radios leñosos, la pared transversal del parénquima axial y las paredes finales de los radios leñosos. Carvalho (1996) la diferencia de *Sequoia* por el tono más rojizo de su madera.

La bibliografía estudiada describe a este género con albura y duramen diferenciados, de color marrón amarillento, rosado, rojizo e incluso violáceo para el duramen, y la albura de color amarillento, gris amarillento o rojizo. También se describe con olor y sabor característicos.

Anatómicamente, *Calocedrus* (Tabla 9) presenta anillos de crecimiento diferenciados de transición gradual (Figura 17 A), de acuerdo con el resto de autores, aunque generalmente se describen como poco diferenciados en *Cal. macrolepis* (Figura 17 B) (Kanehira 1921a; Tang 1933; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010).

Traqueidas de contorno poligonal, ocasionalmente descritos con las esquinas redondeadas dando lugar a espacios intercelulares en *Cal. formosana* (IAWA Committee 2004). Punteaduras areoladas dispuestas de manera uniseriada, ocasionalmente biseriadas opuestas en *Cal. macrolepis* (Figura 18 D). La presencia ocasional de punteaduras radiales biseriadas, asociadas generalmente en las traqueidas de primer crecimiento, se ha citado en las tres especies (Penhallow 1907; Bannan 1944; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Yang y Yang 1987; Carvalho 1996; Jiang *et al.* 2010). Presencia ocasional de punteaduras en la pared tangencial (Figura 18 A). La presencia de barras de Sanio es un carácter esporádico que se ha observado en *Cal. macrolepis* (Figura 18 D). Se cita la presencia de depósitos en las traqueidas de *Cal. decurrens* (Barefoot y Hankins 1982), carácter no observado en las muestras estudiadas. Punteaduras areoladas con toro definido (Figura 17 G). La ausencia de extensiones permite diferenciar la madera de *Calocedrus* de *Fitzroya* según Boutelje (1955). Se han observado muescas en el borde de las punteaduras de *Cal. decurrens* (Figura 17 G, H), carácter no descrito anteriormente para este género. La presencia de verrugosidades (Figura 18 A, B) es poco visible, citada por Xiaomei y Ying (1989) para el género. Sin engrosamientos helicoidales ni callitrioides. Trabécula presente (Figura 18 C).

Parénquima axial presente, distribuido de manera tangencial (Figura 17 B), también difusa y terminal en *Cal. decurrens* y *Cal. macrolepis*. Paredes transversales noduladas (Figura 17 C, D, E, F), descritas también como lisas en *Cal. formosana* (Yang y Yang 1987). Se observan también irregulares en *Cal. decurrens*. IAWA Committee (2004) caracteriza al género como ejemplo de distribución tangencial del parénquima y la presencia de paredes transversales noduladas. La presencia de un gran número de células de parénquima permite diferenciar *Calocedrus*, según Metcalfe (1931), de *Fokienia*.

Radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial. Se han descrito traqueidas ocasionales para todas las especies, de manera más abundante en *Cal. decurrens* (Holden 1913; Bannan 1944; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Wagenführ 1996; Heinz 2004) y de manera esporádica en *Cal. formosana* y *Cal. macrolepis* (Heinz 2004). Paredes finales lisas en *Cal. decurrens* y *Cal. formosana* (Figura 18 Fa) y noduladas (Figura 18 E). Paredes horizontales lisas. Hendiduras claramente visibles en *Cal. decurrens* (Figura 18 Fb), menos marcadas en *Cal. macrolepis* y ausentes en *Cal. formosana* como indican Boutelje (1955) y Yang y Yang (1987). Las punteaduras son tipo cupresoide (Figura 18 G), citadas también como taxodioide según la bibliografía, con un rango observado entre 1 y 2 punteaduras generalmente, llegando a 3 por campo. Radios leñosos exclusivamente uniseriados, de altura media entre 5 y 15 células, *Cal. formosana* y *Cal. macrolepis* presentan una altura ligeramente superior a *Cal. decurrens*, carácter que permitiría diferenciar las maderas del género (Metcalfe 1931). La composición y tipología de los radios leñosos observados en *Calocedrus* no coincide con la descrita por Boutelje (1955), donde se caracteriza al género por presentar paredes horizontales punteadas, presencia de hendiduras marcadas y paredes finales noduladas. No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

Láminas del género *Calocedrus*

Figura 17. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Calocedrus*. I. A, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición gradual y parénquima axial en distribución terminal. *Cal. decurrens*. B, Anillo de crecimiento poco o nada diferenciado. Parénquima axial en distribución difusa y tangencial. *Cal. macrolepis*. C-F, Pared transversal del parénquima axial nodulada. *Cal. decurrens*, *Cal. formosana*, *Cal. macrolepis*. G, Punteaduras con toro definido y muescas en el borde. *Cal. decurrens*. H, Muescas en el borde de las punteaduras. *Cal. decurrens*. Escalas: A, 100 µm; B, 300 µm; C-D, 10 µm; E, 15 µm; H, 20 µm.

Figura 18. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Calocedrus* II. A, Punteaduras en la pared tangencial. Verrugosidades. *Cal. formosana*. B, Verrugosidades. *Cal. decurrens*. C, Trabécula. *Cal. macrolepis*. D, Punteaduras radiales biseriadas, barras de Sano. *Cal. macrolepis*. E, Pared final del parénquima radial nodulada. *Cal. decurrens*. F, Pared final lisa (a), hendidura presente (b). *Cal. decurrens*. G, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresóide. *Cal. decurrens*. Escalas: A, 60 μm ; C, 30 μm ; E-F-G, 10 μm .

4.1.6.- Anatomía de la madera del género *Chamaecyparis* Spach (1841).

El género *Chamaecyparis* Spach se distribuye en las costas este y oeste de Estados Unidos, Japón y Taiwán. Consta de 5 especies y 4 variedades (Govaerts y Farjon 2014): *Ch. formosensis* Matsum., *Ch. lawsoniana* (A.Murray) Parl., *Ch. obtusa* (Siebold & Zucc.) Endl. con dos variedades, *Ch. pisifera* (Siebold & Zucc.) Endl. y *Ch. thyoides* (L.) Britton con dos variedades también.

IUCN (2014) muestra para este género una tendencia poblacional creciente en *Ch. lawsoniana* y *Ch. thyoides*, estable en *Ch. pisifera* y desconocida en *Ch. formosensis* y *Ch. obtusa*. Entre ellas *Ch. formosensis* está catalogada como EN (en peligro), *Ch. lawsoniana* y *Ch. obtusa* como NT (amenazada) y *Ch. pisifera* y *Ch. thyoides* como LC (sin amenazas).

La taxonomía de este género no se está viendo afectada.

4.1.6.1. *Chamaecyparis formosensis* Matsum.

Información general y distribución geográfica

Beniki, Formosan Cypress, Hinoki, Hong Gui o Taiwan Cypress. Se distribuye en las montañas centrales de Taiwán, en altitudes comprendidas entre 1.730 y 2.865 m (Farjon 2005).

Algunos de los árboles más grandes se encuentran catalogados como monumentos naturales, de gran atracción turística, pero muchas de sus poblaciones más antiguas necesitan una figura de protección con urgencia.

Madera muy valorada en la construcción de edificios tradicionales como templos y santuarios, también se usa en decoración, ebanistería y mobiliario.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Chamaecyparis formosensis* Matsum., Bot. Mag. (Tokyo) 15: 137 (1901).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus formosensis* (Matsum.) A.Henry in H.J.Elwes & A.Henry, Trees Great Britain 5: 1149 (1910).
 - *Retinispora formosensis* (Matsum.) A.V.Bobrov & Melikyan, Komarovia 4: 74 (2006).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un color rosado (Kanehira 1921a; Esteban *et al.* 1991), amarillento (Howard 1920; Kanehira 1921a; Keating y Bolza 1982; Esteban *et al.* 1991) o amarillo rojizo (Gausson 1968; Keating y Bolza 1982; Jiang *et al.* 2010) el duramen y la albura rosada (Keating y Bolza 1982), blanco amarillenta (Esteban *et al.* 1991; Jiang *et al.* 2010) o gris amarillenta (Kanehira 1921a). Olor característico (Howard 1920; Kanehira 1921a; Gausson 1968; Keating y Bolza 1982; Esteban *et al.* 1991; Jiang *et al.* 2010). Ligero sabor amargo (Jiang *et al.* 2010).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Esteban *et al.* 1991, 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), de transición abrupta (Yang y Yang 1987) o gradual (Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.**-

Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Kanehira 1921a; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas (Kanehira 1921a; Yang y Yang 1987; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), generalmente en la madera de primer crecimiento. Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Kanehira 1921a; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Jiang *et al.* 2010). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010) y tangencial (Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales lisas (Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004), irregulares (Esteban *et al.* 2002, 2004) y noduladas (Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). **Radiales leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Jones 1924; Jiang *et al.* 2010). Paredes horizontales y finales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Yang y Yang 1987; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoide (Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), ocasionalmente taxodioide (Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004), o entre 2 y 3 (Kanehira 1921a; Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar hasta 4 (Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002; Jiang *et al.* 2010). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Kanehira 1921a; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Kanehira 1921a; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2004; Jiang *et al.* 2010), generalmente entre 1 y 10 (Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004), con máximos de 22 células (Jiang *et al.* 2010). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.6.2. *Chamaecyparis lawsoniana* (A.Murray bis) Parl.

Información general y distribución geográfica

Adel-cypress, Californische Cypress, Cedar, Cedro de Oregon, Cedro de Puerto Orford, Cedro Port Orford, Ciprés de Lawson, Cipresso di California, Cipresso de Lawson, Cypress, Gewone Cypres, Ginger Pine, Lawson Chamaecyparis, Lawson Cypress, Matchwood, Oregon Cedar, Oregon Cypress, Oregon Zeder, Pencil Cedar, Port Orford Cedar, Port Orford White-cedar, Shceinzypresse, Spruce Gum, White Cedar o White Cypress. Se distribuye en Estados Unidos desde el sur de Oregon hasta el norte de California, en altitudes comprendidas entre 5 y 1.950 m (Farjon 2005).

El comercio internacional de su madera supone una gran presión para los viejos rodales. La propagación del agente patógeno *Phytophthora lateralis* Tucker & Milbrath limita la regeneración en muchas áreas. Existen diversas figuras de protección y distintas acciones para la conservación de esta especie.

Madera muy valorada en países asiáticos como Japón para la construcción de edificios tradicionales. Es una de las especies más plantadas en el mundo.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Chamaecyparis lawsoniana* (A.Murray) Parl., Ann. Mus. Imp. Fis. Firenze 1: 181 (1864).
 - Sinónimos nomenclaturales:

- *Cupressus lawsoniana* A.Murray, Edinburgh New Philos. J., n.s., 1: 292 (1855).
- *Retinispora lawsoniana* (A.Murray) A.V.Bobrov & Melikyan, Komarovia 4: 74 (2006).
- Sinónimos taxonómicos:
 - *Cupressus fragrans* Kellogg, Proc. Calif. Acad. Sci. 1: 103 (1856).
 - *Cupressus nutkanus* Torr., U.S. Expl. Exped., Atlas Phan. 2: t. 16 (1856).
 - *Cupressus lawsoniana* var. *argentea* Lawson ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 24 (1862).
 - *Cupressus lawsoniana nana* Dauvesse, Gard. Chron. 1864: 579 (1864).
 - *Cupressus lawsoniana* var. *erecta* H.Jaeger, Ziergehloze Gart. Park.: 200 (1865).
 - *Cupressus lawsoniana* var. *glauca* H.Jaeger, Ziergehloze Gart. Park.: 200 (1865).
 - *Cupressus lawsoniana* var. *gracilis* J.Nelson, Pinaceae: 188 (1866).
 - *Cupressus lawsoniana erecta-glaucescens* Siebold ex Ed.Otto, Hamburger Garten- Blumenzeitung 24: 141 (1868).
 - *Chamaecyparis boursieri lutescens* Van Geert, Nursery Cat. (Auguste Van Geert) 70: 20 (1873).
 - *Cupressus lawsoniana lutea* R.Sm., Gard. Chron. 1873: 6 (1873).
 - *Cupressus lawsoniana* var. *intertexta* R.Sm., Pl. Fir Tribe: 15 (1874).
 - *Cupressus lawsoniana* var. *minima-glauca* R.Sm., Pl. Fir Tribe: 15 (1874).
 - *Chamaecyparis boursieri* f. *viridis* Hartwig & Rümpler, Bäume Sträucher: 659 (1875).
 - *Cupressus lawsoniana* var. *alba-spica* Gordon, Pinetum, ed. 2: 424 (1875).
 - *Cupressus lawsoniana* var. *alba-spica-nana* Gordon, Pinetum, ed. 2: 424 (1875).
 - *Cupressus lawsoniana* var. *pendula-alba* Paul ex Gordon, Pinetum, ed. 2: 89 (1875).
 - *Chamaecyparis boursieri filiformis* Fillot, Rev. Hort. Belge Étrangère 3: 219 (1877).
 - *Chamaecyparis boursieri* var. *alba-variegatis* Van Geert, Nursery Cat. (Auguste Van Geert) 76: 26 (1878).
 - *Chamaecyparis boursieri* var. *filiformis* (Fillot) Van Geert, Nursery Cat. (Auguste Van Geert) 76: 26 (1878).
 - *Chamaecyparis boursieri gracilima-pendula* Van Geert, Nursery Cat. (Auguste Van Geert) 78: 65 (1879), nom. nud.
 - *Chamaecyparis lawsoniana* f. *fraseri* Beissn., Handb. Nadelholz.: 74 (1881).
 - *Cupressus lawsoniana* var. *filiformis* (Fillot) A.H.Kent in H.J.Veitch, Man. Conif.: 232 (1881).
 - *Cupressus lawsoniana gracilis-pendula* H.J.Veitch, Man. Conif.: 232 (1881).
 - *Chamaecyparis lawsoniana* var. *glauca* (H.Jaeger) W.Hochst., Coniferen: 79 (1882).

- *Chamaecyparis lawsoniana filiformis* (Fillot) G.Nicholson, Ill. Dict. Gard. 1: 303 (1884).
- *Chamaecyparis lawsoniana gracilis-pendula* (H.J.Veitch) G.Nicholson, Ill. Dict. Gard. 1: 303 (1884).
- *Chamaecyparis lawsoniana* var. *minima-glauca* (R.Sm.) Beissn. in H.Jaeger & L.Beissner, Ziergehloze Gart. Park., ed. 2: 452 (1884).
- *Chamaecyparis lawsoniana* var. *nana-glauca* Beissn. in H.Jaeger & L.Beissner, Ziergehloze Gart. Park., ed. 2: 452 (1884).
- *Chamaecyparis lawsoniana* var. *pendula* Beissn. in H.Jaeger & L.Beissner, Ziergehloze Gart. Park., ed. 2: 452 (1884).
- *Chamaecyparis lawsoniana pendula-alba* (Paul ex Gordon) G.Nicholson, Ill. Dict. Gard. 1: 303 (1884).
- *Chamaecyparis lawsoniana* f. *alba-spica* (Gordon) Beissn., Handb. Conif.: 31 (1887).
- *Chamaecyparis lawsoniana* f. *argentea* (Lawson ex Gordon) Beissn., Handb. Conif.: 12 (1887).
- *Chamaecyparis lawsoniana filifera* de Vos, Handb. Prakt. Kenn. Bomen: 233 (1887).
- *Chamaecyparis lawsoniana* f. *filiformis* (Fillot) Beissn., Handb. Conif.: 12 (1887).
- *Chamaecyparis lawsoniana* f. *glauca* (H.Jaeger) Beissn., Handb. Conif.: 12 (1887).
- *Chamaecyparis lawsoniana* f. *gracilis* (J.Nelson) Beissn., Handb. Conif.: 12 (1887).
- *Chamaecyparis lawsoniana* f. *intertexta* (R.Sm.) Beissn., Handb. Conif.: 12 (1887).
- *Chamaecyparis lawsoniana* f. *nana* (Dauvesse) Beissn., Handb. Conif.: 12 (1887).
- *Chamaecyparis lawsoniana* f. *pendula* (Beissn.) Beissn., Handb. Conif.: 13 (1887).
- *Cupressus lawsoniana* f. *alumnii* (Webster) Beissn., Handb. Conif.: 12 (1887).
- *Chamaecyparis lawsoniana pendula-vera* Hesse, Cat. 1890/1: 42 (1890).
- *Chamaecyparis lawsoniana* f. *aluminii* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 74 (1891).
- *Chamaecyparis lawsoniana* var. *argentea* (Lawson ex Gordon) Beissn., Handb. Nadelholzk.: 546 (1891).
- *Chamaecyparis lawsoniana* f. *pendula-alba* (Paul ex Gordon) Beissn., Handb. Nadelholzk.: 76 (1891).
- *Chamaecyparis lawsoniana* f. *pendula-vera* (Hesse) Voss, Vilm. Blumengärtn. ed. 3, 1: 1227 (1896).
- *Cupressus lawsoniana* var. *aluminii* Webster, Hardy Conif. Trees: 56 (1896).
- *Chamaecyparis lawsoniana* var. *pendula-vera* (Hesse) A.H.Kent in H.J.Veitch, Man. Conif., new ed.: 207 (1900).
- *Cupressus lawsoniana* var. *nana-glauca* (Beissn.) A.H.Kent in H.J.Veitch, Man. Conif., ed. 2: 207 (1900).

- *Cupressus lawsoniana* var. *pendula-vera* (Hesse) A.H.Kent in H.J.Veitch, Man. Conif., ed. 2: 207 (1900).
- *Chamaecyparis lawsoniana pendula-aurea* Schelle, Winterh. Nadelh.: 294 (1909).
- *Chamaecyparis lawsoniana pendula-nova* Schelle, Winterh. Nadelh.: 294 (1909).
- *Chamaecyparis lawsoniana* f. *erecta* (H.Jaeger) C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 168 (1913).
- *Chamaecyparis lawsoniana* f. *lutea* (R.Sm.) C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 168 (1913).
- *Cupressus lawsoniana fletcheri* Hornibr., Garden (London 1871-1927) 77: 274 (1913).
- *Cupressus lawsoniana* var. *pendula* (Beissn.) A.Camus, Cyprès: 78 (1914).
- *Chamaecyparis lawsoniana* var. *stewartii* Schelle, Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 29: 30 (1929).
- *Chamaecyparis allumii* (Webster) Heydt, Deutsche Gärt.-Zeitung 49: 175 (1934).
- *Chamaecyparis lawsoniana* f. *glaucescens* Rehder, J. Arnold Arbor. 37: 169 (1946).
- *Chamaecyparis lawsoniana* var. *billwoodiana* Dallim. & A.B.Jacks., Handb. Conif., ed. 3: 233 (1948).
- *Chamaecyparis lawsoniana* f. *fletcheri* (Hornibr.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 52 (1949).
- *Cupressus lawsoniana* f. *argentea* (Lawson ex Gordon) Geerinck, Taxonomania 12: 11 (2004).
- *Cupressus lawsoniana* f. *lutea* (R.Sm.) Geerinck, Taxonomania 12: 12 (2004).
- *Cupressus lawsoniana* f. *stewartii* (Schelle) Geerinck, Taxonomania 12: 12 (2004).
- *Cupressus lawsoniana* f. *viridis* (Hartwig & Rümpler) Geerinck, Taxonomania 12: 12 (2004).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón amarillento (Hartig 1890; Phillips 1948; Brown *et al.* 1949; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 1991; Collardet y Besset 1992; Alden 1997; Guindeo *et al.* 1997; Porter 2006; Bergman *et al.* 2010) o rosado (Henderson 1957; Kukachka 1960; Brown 1978a; Lincoln 1986; Patterson 1988; Hoadley 1990; Collardet y Besset 1992; Guindeo *et al.* 1997; Porter 2006) el duramen y la albura blanco amarillenta (Hartig 1890; Brown *et al.* 1949; Henderson 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Esteban *et al.* 1991; Collardet y Besset 1992; Alden 1997; Guindeo *et al.* 1997; Bergman *et al.* 2010). Descrita coasionalmente como no diferenciados (Brown *et al.* 1949; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Brown 1978b; Core *et al.* 1979; Esteban *et al.* 1991; Carvalho 1996; Guindeo *et al.* 1997; Porter 2006; Bergman *et al.* 2010) de color amarillento (Sargent 1885; Howard 1920; Record 1934; Record y Hess 1949; Gottwald 1958; Gaussen 1968; Rendle 1969b; Mainieri 1958; Carvalho 1996; Flynn y Holder 2001) o marrón rosado (Brown 1978b; Mainieri 1958) que ocasionalmente exuda una resina

anaranjada (Henderson 1957; Brown 1978b; Lincoln 1986; Porter 2006). Olor característico picante (Hartig 1890; Howard 1920; Record 1934; Brown *et al.* 1949; Henderson 1957; Gottwald 1958; Gaussen 1968; Rendle 1969b; Jane 1970; Brown 1978b; Mainieri 1958; Lincoln 1986; Esteban *et al.* 1991; Guindeo *et al.* 1997; Bergman *et al.* 2010) a limón (Collardet y Besset 1992; Guindeo *et al.* 1997) o jengibre (Brown *et al.* 1949; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Alden 1997; Flynn y Holder 2001; Porter 2006). Sabor amargo algo picante (Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Esteban *et al.* 1991; Alden 1997; Guindeo *et al.* 1997).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Hartig 1890; Penhallow 1907; Brown 1928; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Butterfield y Meylan 1980; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), de transición gradual (Penhallow 1907; Brown 1928; Brown *et al.* 1949; Greguss 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Patterson 1988; Hoadley 1990; Carvalho 1996). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Penhallow 1907; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2002, 2004), ocasionalmente redondeada (Greguss 1955), dando lugar a espacios intercelulares (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Penhallow 1907; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas (Penhallow 1907; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996), generalmente en la madera de primer crecimiento. Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera final (Penhallow 1907; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Bannan 1952; Gadek *et al.* 2000). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Penhallow 1907; Brown 1928; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Greguss 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996) y tangencial (Penhallow 1907; Brown 1928; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Greguss 1955; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Bannan 1952; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), irregulares (Gadek *et al.* 2000) y también noduladas (Bannan 1952; Jacquot 1955; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913; Belyea 1919; Jones 1924; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952). Paredes horizontales lisas (Penhallow 1907; Bannan 1952; Greguss 1955; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004), ocasionalmente punteadas (Greguss 1944-7 [1948]; Jacquot 1955), y paredes finales lisas (Penhallow 1907; Bannan 1952; Greguss 1955; Jacquot 1955; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoides (Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004) o entre 1 y 4 punteaduras por campo (Penhallow 1907; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000), pudiendo llegar hasta 8 (Penhallow 1907). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Bannan 1952; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). De altura

comprendida entre 1 y 15 células (Greguss 1955; Jacquot 1955; Gaussen 1968; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2004), generalmente entre 1 y 6 (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Esteban *et al.* 2002), con máximos de hasta 20 (Jacquot 1955) o 25 células (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.6.3. *Chamaecyparis obtusa* (Siebold&Zucc.) Endl.

Información general y distribución geográfica

Tawara-shibo, también conocida como Taiwan Bian Mai la variedad *formosana*, e Hinoki o Hinoki Cypress la variedad *obtusa*. Se distribuye en las provincias Honshu y Kyushu de Japón y en Taiwán, en altitudes comprendidas entre 80 y 2.000 m, catalogándose rodales a 2.965 m en Taiwán (Farjon 2005).

Durante el periodo feudal en Japón, se establecieron *Ch. obtusa*, *Ch. pisifera*, *Sciadopitys verticillata*, *Th. standishii* y *Thujopsis dolabrata* como los cinco árboles sagrados de Kiso. Plantadas alrededor de los sitios más emblemáticos de Japón, se caracterizan por poseer una madera de alta calidad, tradicionalmente empleada en la construcción de palacios, templos, santuarios y teatros. El aceite esencial de *Ch. obtusa* es muy empleado en técnicas de relajación.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Chamaecyparis obtusa* (Siebold & Zucc.) Endl., Syn. Conif.: 63 (1847).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Retinispora obtusa* Siebold & Zucc., Fl. Jap. 2: 38 (1844).
 - *Chamaepeuce obtusa* (Siebold & Zucc.) Zucc. ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 93 (1862).
 - *Cupressus obtusa* (Siebold & Zucc.) F.Muell., Ann. Rep. Acclim. Soc. Victoria 1871: 31 (1871).
 - *Thuja obtusa* (Siebold & Zucc.) Mast., J. Linn. Soc., Bot. 18: 491 (1881), nom. illeg.
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Chamaecyparis obtusa* var. *alba* Van Geert, Nursery Cat. (Auguste Van Geert) 66: 7 (1870).
 - *Chamaecyparis obtusa aurea-gracilis* Van Geert, Nursery Cat. (Auguste Van Geert) 71: 94 (1874).
- ✓ ***Chamaecyparis obtusa* var. *formosana* (Hayata) Hayata, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 8: 365 (1910).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Chamaecyparis obtusa* f. *formosana* Hayata, Gard. Chron., ser. 3, 43: 194 (1908).
 - *Cupressus obtusa* f. *formosana* (Hayata) Clinton-Baker, Ill. Conif. 3: 56 (1913).
 - *Cupressus obtusa* var. *formosana* (Hayata) Dallim. & A.B.Jacks., Handb. Conif.: 215 (1923).
 - *Chamaecyparis obtusa* subsp. *formosana* (Hayata) H.L.Li, Taiwania 1: 305 (1950).
 - *Cupressus obtusa* subsp. *formosana* (Hayata) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 93 (2005).

- Sinónimos taxonómicos:
 - *Chamaecyparis taiwanensis* Masam. & Suzuki, Sylva Formosa 4: 57 (1933).
 - *Retinispora taiwanensis* (Masam. & Suzuki) A.V.Bobrov & Melikyan, Komarovia 4: 74 (2006).
- ✓ ***Chamaecyparis obtusa* var. *obtusa*.**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Retinispora fusinoki* Zucc. ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 95 (1862).
 - *Retinispora lycopodioides* Gordon, Pinetum, Suppl.: 92 (1862).
 - *Retinispora obtusa* var. *aurea* Fortune ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 93 (1862).
 - *Retinispora obtusa* var. *pygmaea* Gordon, Pinetum, Suppl.: 94 (1862).
 - *Chamaecyparis breviramea* Maxim., Bull. Acad. Imp. Sci. Saint-Pétersbourg, sér. 3, 10: 489 (1866).
 - *Chamaecyparis pendula* Maxim., Bull. Acad. Imp. Sci. Saint-Pétersbourg, sér. 3, 10: 498 (1866).
 - *Chamaecyparis obtusa* var. *nana* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 131 (1867).
 - *Retinispora monstrosa* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 132 (1867).
 - *Chamaecyparis keteleri* Standish ex Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 466 (1868).
 - *Chamaecyparis lycopodioides* (Gordon) Sénécl., Conifères: 54 (1868).
 - *Cupressus breviramea* (Maxim.) F.Muell., Select Pl.: 64 (1872).
 - *Cupressus pendens* F.Muell., Select Pl.: 64 (1872).
 - *Retinispora obtusa* var. *alba-spica* R.Sm., Pl. Fir Tribe: 38 (1874).
 - *Retinispora obtusa* var. *gracilis-aurea* R.Sm., Pl. Fir Tribe: 39 (1874).
 - *Retinispora obtusa* var. *magnifica* R.Sm., Pl. Fir Tribe: 39 (1874).
 - *Retinispora obtusa* var. *nana-aurea* R.Sm., Pl. Fir Tribe: 39 (1874).
 - *Retinispora tetragona* R.Sm., Pl. Fir Tribe: 40 (1874).
 - *Chamaecyparis andelyensis* Gordon, Pinetum, ed. 2: 365 (1875).
 - *Chamaecyparis obtusa* var. *filicoides* Hartw. & Rümpler, Bäume Sträucher: 660 (1875).
 - *Retinispora filicoides* (Hartw. & Rümpler) Veitch ex Gordon, Pinetum, ed. 2: 363 (1875).
 - *Retinispora obtusa* var. *argentea* Fortune ex Gordon, Pinetum, ed. 2: 368 (1875).
 - *Retinispora obtusa* var. *compacta* Gordon, Pinetum, ed. 2: 368 (1875).
 - *Retinispora obtusa* var. *keteleerii* Standish ex Gordon, Pinetum, ed. 2: 368 (1875).
 - *Cupressus acuta* Lavallée, Énum. Arbres: 282 (1877).
 - *Chamaecyparis obtusa* var. *breviramea* (Maxim.) Mast., J. Linn. Soc., Bot. 18: 494 (1881).
 - *Chamaecyparis obtusa* var. *pendula* (Maxim.) Mast., J. Linn. Soc., Bot. 18: 494 (1881).
 - *Thuja obtusa* var. *pendula* (Maxim.) Mast., J. Linn. Soc., Bot. 18: 494 (1881).
 - *Chamaecyparis obtusa* var. *erecta* Beissn. in H.Jaeger & L.Beissner, Ziergehloze Gart. Park., ed. 2: 453 (1884).

- *Chamaecyparis obtusa* var. *tetragona-aurea* G.Nicholson, Ill. Dict. Gard. 1: 304 (1884).
- *Chamaecyparis obtusa* f. *alba-spica* (R.Sm.) Beissn., Handb. Conif.: 12 (1887).
- *Chamaecyparis obtusa* f. *compacta* (Gordon) Beissn., Handb. Conif.: 14 (1887).
- *Chamaecyparis obtusa* f. *filicoides* (Hartw. & Rümpler) Beissn., Einheitl. Conif.-Ben.: 14 (1887).
- *Chamaecyparis obtusa* f. *lycopodioides* (Gordon) Beissn., Handb. Conif.: 14 (1887).
- *Chamaecyparis obtusa* f. *nana* (Carrière) Beissn., Handb. Conif.: 14 (1887).
- *Chamaecyparis obtusa* f. *pygmaea* (Gordon) Beissn., Handb. Conif.: 14 (1887).
- *Chamaecyparis acuta* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 92 (1891).
- *Chamaecyparis obtusa* f. *pendula* (Maxim.) Beissn., Handb. Nadelholzk.: 96 (1891).
- *Cupressus obtusa* var. *pendula* (Maxim.) Mast., J. Linn. Soc., Bot. 31: 355 (1896).
- *Juniperus sanderi* Mast., Gard. Chron., ser. 3, 25: 287 (1899).
- *Chamaecyparis obtusa* var. *crippsii* Rehder, Möller's Deutsche Gärtner-Zeitung 16: 300 (1901).
- *Chamaecyparis obtusa* var. *ericoides* Boehm. ex Beissn., Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 12: 51 (1903).
- *Retinispora sanderi* (Mast.) Sander, Gard. Chron., ser. 3, 33: 266 (1903).
- *Chamaecyparis obtusa* f. *gracilis-aurea* (R.Sm.) C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 166 (1913).
- *Chamaecyparis obtusa* f. *tetragona* Rehder, J. Arnold Arbor. 1: 52 (1919).
- *Chamaecyparis tsatsumi* auct. in ?, Cat. (1919).
- *Chamaecyparis obtusa* var. *gracilis* Rehder in L.H.Bailey, Cult. Evergreens: 216 (1923).
- *Chamaecyparis obtusa* var. *tetragona* (R.Sm.) Hornibr., Dwarf Conifers: 42 (1923), nom. illeg.
- *Chamaecyparis obtusa* var. *similofacifera* Makino, J. Jap. Bot. 5: 28 (1928).
- *Chamaecyparis obtusa* var. *tsatsumi* (auct.) Slavin in F.J.Chittenden, Rep. Conif. Conf. R.H.S.: 98 (1932).
- *Shishindenia ericoides* (Boehm. ex Beissn.) Makino ex Koidz., Acta Phytotax. Geobot. 9: 101 (1940), nom. inval.
- *Chamaecyparis obtusa* f. *barronii* Rehder, J. Arnold Arbor. 26: 68 (1945).
- *Chamaecyparis obtusa* var. *langissimopendula* Makino, Makinoa 1: 16 (1946).
- *Chamaecyparis obtusa* f. *sanderi* (Mast.) Rehder, J. Arnold Arbor. 26: 253 (1947).
- *Chamaecyparis obtusa* f. *aurea* (Fortune ex Gordon) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 53 (1949).

- *Chamaecyparis obtusa* f. *breviramea* (Maxim.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 53 (1949).
- *Chamaecyparis obtusa* f. *crippsii* (Rehder) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 53 (1949).
- *Chamaecyparis obtusa* f. *erecta* (Beissn.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 54 (1949).
- *Chamaecyparis obtusa* f. *gracilis* (Rehder) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 54 (1949).
- *Chamaecyparis obtusa* f. *magnifica* (R.Sm.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 54 (1949).
- *Chamaecyparis obtusa* var. *fastigiato-ovata* Uyeki, J. Jap. Forest. Soc. 32: 274 (1950).
- *Cupressus obtusa* subsp. *breviramea* (Maxim.) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 92 (2005).
- *Cupressus obtusa* subsp. *yokohamaensis* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 92 (2005).
- *Retinispora obtusa* var. *breviramea* (Maxim.) A.V.Bobrov & Melikyan, Komarovia 4: 74 (2006).
- *Cupressus obtusa* subsp. *gigantea* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 16: 6 (2009).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un color rosado amarillento (Kanehira 1921a, 1921b; Phillips 1948; Esteban *et al.* 1991; Collardet y Besset 1992) o marrón rojizo (Jiang *et al.* 2010) el duramen y la albura blanco amarillenta (Kanehira 1921a, 1921b; Keating y Bolza 1982; Esteban *et al.* 1991; Collardet y Besset 1992) o marrón amarillenta (Jiang *et al.* 2010). Ocasionalmente indiferenciados, siendo la madera de color amarillo pálido (Howard 1920). Presencia de bandas coloreadas de color morado (Kanehira 1921b). Olor característico (Howard 1920; Kanehira 1921a, 1921b; Esteban *et al.* 1991; Collardet y Besset 1992; Jiang *et al.* 2010). Leve sabor amargo (Jiang *et al.* 2010).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1907; Kanehira 1921a; Hayashi 1991; Esteban *et al.* 1991, 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), de transición abrupta (Yang y Yang 1987; Hayashi 1991; Jiang *et al.* 2010) o gradual (Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Penhallow 1907; Kanehira 1921a, 1921b; Yang y Yang 1987; Hayashi 1991; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Kanehira 1921a; Yang y Yang 1987; Jiang *et al.* 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1907; Kanehira 1921a, 1921b; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Gadek *et al.* 2000). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Jiang *et al.* 2010). **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Penhallow 1907; Jiang *et al.* 2010), tangencial (Penhallow 1907; Yang y Yang 1987; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) y terminal (Penhallow 1907; Kanehira 1921a, 1921b; Hayashi 1991). Paredes transversales lisas (Yang y

Yang 1987), irregulares (Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004) y noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Penhallow 1907; Kanehira 1921a; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004) y punteadas (Jiang *et al.* 2010), paredes finales lisas (Penhallow 1907; Kanehira 1921a; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) y noduladas (IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresoides (Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), entre 1 y 4 por campo (Kanehira 1921a, 1921b; Yang y Yang 1987; Jiang *et al.* 2010), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 6 (Esteban *et al.* 2002). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Kanehira 1921a; Yang y Yang 1987; Hayashi 1991; Esteban *et al.* 2004; Jiang *et al.* 2010), generalmente entre 1 y 9 (Kanehira 1921a; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002), con máximos citados de hasta 25 células (Kanehira 1921a). **Canales resiníferos.**- Traumáticos (Yang y Yang 1987). **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.6.4. *Chamaecyparis pisifera* (Siebold & Zucc.) Endl.

Información general y distribución geográfica

Kwa Hak, Sawara o Sawara Cypress. Se distribuye en las provincias de Honshu y Kyushu en Japón, en altitudes comprendidas entre 280 y 2.590 m (Farjon 2005).

Sus poblaciones se encuentran más dispersas que las de *Ch. obtusa*, y no han sido sometidas a mucha explotación debido al limitado valor de su madera. No existen acciones de conservación específicas para esta especie.

Durante el periodo feudal en Japón, se establecieron *Ch. obtusa*, *Ch. pisifera*, *Sciadopitys verticillata*, *Th. standishii* y *Thujopsis dolabrata* como los cinco árboles sagrados de Kiso. Plantadas alrededor de los sitios más emblemáticos de Japón, se caracterizan por poseer una madera de alta calidad, tradicionalmente empleada en la construcción de palacios, templos, santuarios y teatros. El aceite esencial de *Ch. obtusa* es muy empleado en técnicas de relajación.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Chamaecyparis pisifera* (Siebold & Zucc.) Endl., Syn. Conif.: 64 (1847).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Retinispora pisifera* Siebold & Zucc., Fl. Jap. 2: 39 (1844).
 - *Cupressus pisifera* (Siebold & Zucc.) F.Muell. in K.H.E.Koch, Dendrologie 2(2): 170 (1873).
 - *Thuja pisifera* (Siebold & Zucc.) Mast., J. Linn. Soc., Bot. 18: 489 (1881).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Chamaecyparis pisifera* var. *filifera-pendula* Nash, J. New York Bot. Gard. 18: 167 (1817).
 - *Retinispora squarrosa* Siebold & Zucc., Fl. Jap. 2: 40 (1844).
 - *Chamaecyparis squarrosa* (Siebold & Zucc.) Endl., Syn. Conif.: 65 (1847).
 - *Chamaecyparis squarrosa* var. *leptoclada* Endl., Syn. Conif.: 65 (1847).

- *Cupressus squarrosa* (Siebold & Zucc.) Ravenscr., P.Lawson & Son Abietineae List Pl. Fir Tribe 10: 64 (1851).
- *Cupressus squarrosa* Lawson ex Gordon, Pinetum: 296 (1858).
- *Retinispora leptoclada* (Endl.) Zucc. ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 91 (1862).
- *Retinispora pisifera* var. *aurea* Gordon, Pinetum, Suppl.: 94 (1862).
- *Chamaecyparis leptoclada* (Endl.) Henkel & W.Hochst., Syn. Nadelhölz.: 257 (1865).
- *Chamaecyparis obtusa* var. *plumosa* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 791 (1867).
- *Retinispora aurea* (Gordon) de Vos, Bered. Woordenboek: 183 (1867).
- *Chamaecyparis filifera* Veitch ex Sénécl., Conifères: 54 (1868).
- *Chamaecyparis pisifera* var. *plumosa* (Carrière) Ed.Otto, Neue Allg. Deutsche Garten- Blumenzeitung 24: 141 (1868).
- *Chamaecyparis plumosa* (Carrière) Sénécl., Conifères: 57 (1868).
- *Chamaecyparis plumosa* var. *argentea* Sénécl., Conifères: 57 (1868).
- *Retinispora filifera* (Veitch ex Sénécl.) Fowler, Gard. Chron. 1872: 1490 (1872).
- *Retinispora pisifera* var. *filiformis* R.Sm., Pl. Fir Tribe: 39 (1874).
- *Retinispora plumosa* var. *aurea* R.Sm., Pl. Fir Tribe: 39 (1874).
- *Chamaecyparis pisifera* var. *filifera* (Veitch ex Sénécl.) Hartw. & Rümpler, Bäume Sträucher: 661 (1875).
- *Retinispora plumosa* (Carrière) Gordon, Pinetum, ed. 2: 371 (1875).
- *Retinispora stricta* Gordon, Pinetum, ed. 2: 428 (1875).
- *Cupressus leptoclada* (Endl.) Lavallée, Énum. Arbres: 282 (1877).
- *Cupressus obtusa* var. *plumosa-argentea* Lavallée, Énum. Arbres: 281 (1877).
- *Cupressus obtusa* var. *plumosa-aurea* Lavallée, Énum. Arbres: 281 (1877).
- *Cupressus pisifera* var. *filiera* (Veitch ex Sénécl.) Lavallée, Énum. Arbres: 280 (1877).
- *Cupressus pisifera* var. *plumosa* (Carrière) Lavallée, Énum. Arbres: 280 (1877).
- *Chamaecyparis pisifera* var. *filicoides* Regel, Russ. Dendrol., ed. 2: 27 (1883).
- *Chamaecyparis pisifera* var. *filiformis* (R.Sm.) Beissn. in H.Jaeger & L.Beissner, Ziergehloze Gart. Park., ed. 2: 454 (1884).
- *Chamaecyparis pisifera* f. *plumosa* (Carrière) Beissn., Handb. Conif.: 13 (1887).
- *Chamaecyparis pisifera* f. *squarrosa* (Siebold & Zucc.) Beissn. & Hochst. in L.Beissner, Handb. Conif.: 13 (1887).
- *Chamaecyparis pisifera* f. *aurea-nana* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 91 (1891).
- *Chamaecyparis pisifera* f. *filifera-aurea* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 91 (1891).
- *Chamaecyparis pisifera* f. *standishii* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 91 (1891).
- *Cupressus pisifera* f. *pendula* Mast., J. Linn. Soc., Bot. 31: 356 (1893).

- *Chamaecyparis pisifera* f. *filifera* (Veitch ex Sénécl.) Voss, Vilm. Blumengärtn. ed. 3, 1: 1228 (1896).
- *Chamaecyparis squarrosa* var. *sulphurea* G.Nicholson, Ill. Dict. Gard., Suppl.: 222 (1900).
- *Cupressus pisifera* var. *sulphurea* A.H.Kent in H.J.Veitch, Man. Conif.: 225 (1900).
- *Cupressus pisifera plumosa-flavescens* Mast., Hand-List Conif., ed. 2: 45 (1903).
- *Chamaecyparis pisifera* var. *pendula* (Mast.) Zederb., Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss., Math.-Naturwiss. Cl. 116: 1942 (1907).
- *Chamaecyparis pisifera* f. *filifera-aureovariegata* Beissn., Handb. Nadelholzk., ed. 2: 572 (1909).
- *Chamaecyparis pisifera* f. *minima* Hornibr., Dwarf Conifers: 49 (1923).
- *Chamaecyparis pisifera* f. *aurea* (Gordon) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 55 (1949).
- *Chamaecyparis pisifera* f. *leptoclada* (Endl.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 56 (1949).
- *Chamaecyparis pisifera* f. *sulphurea* (A.H.Kent) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 55 (1949).
- *Thuja pisifera* var. *filifera* (Veitch ex Sénécl.) Mast., J. Linn. Soc., Bot. 18: 491 (1888).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un color marrón amarillento (Kanehira 1921b; Esteban *et al.* 1991; Jiang *et al.* 2010) el duramen y la albura blanco amarillenta (Kanehira 1921b; Esteban *et al.* 1991; Jiang *et al.* 2010). Leve olor a ciprés (Jiang *et al.* 2010). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1907; Hayashi 1991; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), de transición gradual (Jiang *et al.* 2010) o abrupta (Penhallow 1907; Hayashi 1991; Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Penhallow 1907; Kanehira 1921b; Hayashi 1991; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Penhallow 1907). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Muecas en el borde de las punteaduras (Willebrand 1995). Verrugosidades presentes (Cronshaw *et al.* 1961). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Jiang *et al.* 2010) y tangencial (Penhallow 1907; Kanehira 1921b; Hayashi 1991; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010) y también noduladas (Hayashi 1991; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Homogéneos, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913; Belyea 1919). Paredes horizontales lisas (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), paredes finales lisas (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004) y noduladas (Hayashi 1991; IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras

(Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresoides (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), frecuentemente entre 1 y 3 punteaduras por campo (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 4 (Esteban *et al.* 2002, 2004). Radios exclusivamente uniseriados (Penhallow 1907; Hayashi 1991; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Kanehira 1921b; Hayashi 1991; Esteban *et al.* 2002), generalmente entre 1 y 6 (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.6.5. *Chamaecyparis thyoides* (L.) Britton, Sterns & Poggenb.

Información general y distribución geográfica

Amerkansk Vit-ceder, Boat Cedar, Cedar, Cedre Blanc d'Ameique, Cedro Bianco, Cedro Bianco Americano, Cedro Blanco Americano, Chilopsis, Ciprés Blanco, Cipresso Bianco, Coast White Cedar, Eastern Red Cedar, False Cypress, Juniper, Kogelcypres, Post Cedar, Retinospora, Southern White Cedar, Swamp-cedar, Swano White Cedar, Vit-cypress, White-cedar, White Chamaecyparis, White cypress, Witte Amerikaanse Ceder o Zeder-zyppresse, la variedad *henryae* se conoce como Southern White-cedar o Southern White Cypress, y la variedad *thyoides* como Atlantic White-cedar, Atlantic White Cypress, Cèdre Blanc, Swamp Cedar, White Cypress o White-cedar. Se distribuye en el este de Estados Unidos, desde el sur de Maine hasta el norte de Florida y sur de Mississippi, en altitudes comprendidas entre 1 y 50 m, encontrándose la variedad *thyoides* hasta 457 m (Farjon 2005).

Especie muy explotada en el siglo XX por su madera. Actualmente se encuentran poblaciones dispersas y aisladas, muchas de ellas en áreas protegidas.

Madera ligera y resistente a pudriciones, se sigue empleando en el sur de Estados Unidos para construcciones exteriores. Plantada de manera ornamental pero sin valor en horticultura.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Chamaecyparis thyoides* (L.) Britton, Sterns & Poggenb., Prelim. Cat.: 71 (1888).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus thyoides* L., Sp. Pl.: 1003 (1753).
 - *Cupressus palustris* Salisb., Prodr. Stirp. Chap. Allerton: 398 (1796), nom. superfl.
- ✓ ***Chamaecyparis thyoides* var. *henryae* (H.L.Li) Little, Madroño 18: 165 (1966).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Chamaecyparis henryae* H.L.Li, Morris Arbor. Bull. 13: 43 (1962).
 - *Chamaecyparis thyoides* subsp. *henryae* (H.L.Li) A.E.Murray, Kalmia 12: 19 (1982).
 - *Cupressus thyoides* subsp. *henryae* (H.L.Li) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 99 (2005).
- ✓ ***Chamaecyparis thyoides* var. *thyoides*.**
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Thuja sphaeroidalis* Rich. & A.Rich. in A.Richard, Comm. Bot. Conif. Cycad.: 45 (1826).
 - *Thuja sphaeroidea* Spreng., Syst. Veg. 3: 889 (1826).
 - *Chamaecyparis sphaeroidea* (Spreng.) Spach, Hist. Nat. Vég. 11: 331 (1841).

- *Chamaecyparis sphaeroidea* var. *glauca* Endl., Syn. Conif.: 62 (1847).
- *Widdringtonia ericoides* Knight, Syn. Conif. Pl.: 13 (1850), nom. nud.
- *Chamaecyparis kewensis* Carrière, Traité Gén. Conif.: 133 (1855).
- *Chamaecyparis squarrosa* Carrière, Traité Gén. Conif.: 65 (1855), nom. illeg.
- *Chamaecyparis variegata* Carrière, Traité Gén. Conif.: 133 (1855).
- *Chamaecyparis sphaeroidea* var. *pendula* J.Nelson, Pinaceae: 69 (1866).
- *Chamaecyparis ericoides* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 140 (1867).
- *Chamaecyparis pumila* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 124 (1867).
- *Chamaecyparis sphaeroidea* var. *andelyensis* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 123 (1867).
- *Retinispora pseudosquarrosa* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 140 (1867).
- *Chamaecyparis nana* Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 464 (1868).
- *Chamaecyparis pseudosquarrosa* Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 467 (1868).
- *Cupressus thyoides* var. *variegata* Hoopes, Book Evergr.: 349 (1868).
- *Chamaecyparis sphaeroidea* var. *aurea* Van Geert, Nursery Cat. (Auguste Van Geert) 70: 20 (1873).
- *Cupressus pseudosquarrosa* (Carrière) Lavallée, Énum. Arbres: 282 (1877).
- *Retinispora andelyensis* Carrière, Rev. Hort. (Paris) 52: 178 (1880).
- *Chamaecyparis atrovirens* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 69 (1891).
- *Cupressus ericoides* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 67 (1891), nom. illeg.
- *Chamaecyparis thyoides pendula* (J.Nelson) Fitschen in L.Beissner, Handb. Nadelholzk., ed. 3: 528 (1930).
- *Chamaecyparis thyoides* f. *andelyensis* (Carrière) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 51 (1949).
- *Chamaecyparis thyoides* f. *ericoides* (Carrière) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 50 (1949).
- *Chamaecyparis thyoides* f. *glauca* (Endl.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 50 (1949).
- *Chamaecyparis thyoides* f. *variegata* (Hoopes) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 50 (1949).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón claro (Lushington 1919; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Core *et al.* 1979; Miller y Meyer 1989; Hoadley 1990; Alden 1997; Porter 2006; Bergman *et al.* 2010) con un tono rojizo (Sargent 1885; Record 1934; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Miller y Meyer 1989; Alden 1997; Porter 2006) o rosado (Record 1934; Phillips 1948; Brown *et al.* 1949; Record y Hess 1949; Harrar 1957; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Brown 1978a; Core *et al.* 1979; Lincoln 1986; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 1991; Alden 1997; Porter 2006) el duramen y la albura blanquecina (Sargent 1885; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Miller y Meyer 1989; Esteban *et al.* 1991; Alden 1997; Porter 2006; Bergman *et al.* 2010). Olor característico a cedro (Lushington 1919; Record 1934; Brown *et al.* 1949; Record y Hess 1949; Harrar 1957; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Brown 1978a; Core *et al.* 1979;

Lincoln 1986; Miller y Meyer 1989; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 1991, 2000; Alden 1997; Porter 2006). Leve sabor amargo (Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 1991; Alden 1997; Porter 2006).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Brown 1928; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Miller y Meyer 1989; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), de transición gradual (Brown 1928; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Miller y Meyer 1989; Hoadley 1990). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Harrar 1957; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), ocasionalmente redondeadas (Harrar 1957) dando lugar a espacios intercelulares (Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Gerry 1910; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Miller y Meyer 1989; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas (Gerry 1910; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964), generalmente en la madera de primer crecimiento. Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Miller y Meyer 1989; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Gerry 1910). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Bannan 1952). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Brown 1928; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964) y tangencial (Brown 1928; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Bannan 1952; Kukachka 1960; Miller y Meyer 1989; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), irregulares (IAWA Committee 2004; Heinz 2004) y noduladas (Bannan 1952; Miller y Meyer 1989; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913; Belyea 1919; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964). Paredes horizontales lisas (Bannan 1952; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004) y paredes finales lisas (Bannan 1952; Miller y Meyer 1989; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). Con hendiduras (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresioide (Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Panshin y Zeeuw 1964; Miller y Meyer 1989; Hoadley 1990; Heinz 2004), tipo taxodioide en la madera final (Miller y Meyer 1989; Heinz 2004), entre 1 y 4 por campo (Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964), frecuentemente entre 1 y 2, pudiendo llegar hasta 6. Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Bannan 1952; Harrar 1957; Miller y Meyer 1989). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Brown *et al.* 1949; Barefoot y Hankins 1982; Esteban *et al.* 2002, 2004), generalmente entre 1 y 10 (Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en las especies del género *Chamecyparis*.

RESULTADOS

Tabla 10. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Chamaecyparis*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por (IAWA Committee 2004).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Ch. formosensis</i>	<i>Ch. lawsoniana</i>	<i>Ch. obtusa</i>	<i>Ch. pisifera</i>	<i>Ch. thyoides</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X	X	X	X	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-	-	-	-	-
	Transición abrupta (42)	X	-	X	X	X
	Transición gradual (43)	X	X	X	X	-
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-	-	-	-	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X	X	X	X	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)	-	-	-	-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)	-	-	-	-
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-	-	-	-	-
	Punteaduras tangenciales	X	-	X	X	X
	Depósitos (48)	-	-	-	-	-
	Espacios intercelulares (53)	-	X	-	-	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X	X	X	X	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-	-	-	-	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-	-	-	X	-
	Verrugosidades (60)	(X)	X	X	(X)	X
	Engrosamientos helicoidales (61)	-	-	-	-	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-	-	-	-	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-	-	-	-	-
	Trabécula	X	X	-	X	-
Parénquima axial	Presente (72)	X	X	X	X	X
	Distribución difusa (73)	X	X	X	X	X
	Distribución tangencial (74)	X	X	X	X	X
	Distribución terminal (75)	-	-	-	X	-
	Paredes transversales lisas (76)	X	X	X	X	X
	Paredes transversales irregulares (77)	(X)	(X)	(X)	(X)	X
	Paredes transversales noduladas (78)	X	X	X	X	(X)
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-	-	-	-	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X	X	X	X	X
	Paredes finales lisas (85)	X	X	X	X	X
	Paredes finales noduladas (86)	-	-	-	-	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X	X	X	X	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-	-	-	-	-
	Hendiduras (89)	X	X	X	X	X
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-	-	-	-	-
	Cupresoides (93)	X	X	X	X	X
	Taxodioides (94)	-	-	-	-	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-	-	-	-	-
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X	X	X	X	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-	-	-	-	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	X	X	X	X	X
	Entre 5-15 células de altura	X	X	X	X	X
	Entre 16-30 células de altura	-	-	-	-	-
	>30 células de altura	-	-	-	-	-
	Uniseriados (107)	X	X	X	X	X
	Parcialmente biseriados (108)	-	-	-	-	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-	-	-	-	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-	-	-	-	-

Anatomía comparada

Las claves de identificación existentes no son completas, al no presentar la totalidad de las especies del género.

De forma genérica puede considerarse con albura y duramen diferenciados, de color marrón claro con un tono amarillento, rosado e incluso rojizo el duramen y un color blanco amarillento la albura. Género caracterizado como oloroso (Phillips 1948; Brown *et al.* 1949; Esteban *et al.* 1996; IAWA Committee 2004). Incluido en algunas claves de identificación dentro del grupo de maderas olorosas (Record 1934; Core *et al.* 1979), se caracterizan por su olor picante *Cal. decurrens*, *Ch. thyoides* y *Th. occidentales* (Core *et al.* 1979). Según Howard (1920) el color de la madera de *Ch. formosensis* es muy semejante al de *T. distichum*, diferenciándose por el olor. Howard (1920) caracteriza el olor de *Ch. formosensis* distinto al típico olor a cedro, siendo lo suficientemente fuerte para diferenciarlo de *Th. occidentalis* según Panshin y Zeeuw (1964) y Brown (1978a). El olor característico a jengibre de *Ch. lawsoniana* permite diferenciarla de *Ch. thyoides* según Core *et al.* (1979). También mediante el olor Lushington (1919) diferencia *Ch. thyoides* de *Platycladus*. Phillips (1948) diferencia *Ch. lawsoniana* de *Ch. obtusa* por el color y olor del duramen, siendo de color rosado no muy oloroso *Ch. obtusa* y de color amarillento y más aromático *Ch. lawsoniana*. Según Miller y Meyer (1989), *Ch. thyoides* se puede diferenciar del resto de especies del género por el olor de su madera, semejante al cedro. *Chamaecyparis* posee un leve sabor amargo salvo *Ch. pisifera*. Cuando no presenta albura y duramen diferenciados, Carvalho (1996) considera la madera de *Ch. lawsoniana* muy parecida a las de *C. lusitanica* y *C. macrocarpa*, diferenciándose por presentar un color amarillento más pálido la madera de *Chamaecyparis*.

Chamaecyparis se ha considerado en ocasiones como un subgénero de *Cupressus* debido al parecido de su madera, pero se pueden diferenciar por el olor picante y más intenso de *Chamaecyparis* según Phillips (1948) y Carvalho (1996).

Anatómicamente, *Chamaecyparis* (Tabla 10) presenta anillos de crecimiento diferenciados, de transición tanto abrupta (Figura 19 B) como gradual (Figura 19 A) en *Ch. formosensis*, *Ch. obtusa* y *Ch. pisifera*, exclusivamente gradual en *Ch. lawsoniana* y abrupta en *Ch. thyoides*.

Traqueidas de contorno poligonal, citado de manera ocasional redondeado dando lugar a espacios intercelulares en *Ch. lawsoniana* (Figura 19 H) (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004) y *Ch. thyoides* (Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964), únicamente observado en las muestras de *Ch. lawsoniana*. Punteaduras areoladas dispuestas de manera exclusivamente uniseriada, en las muestras estudiadas se presentan ocasionalmente biseriadas opuestas en *Ch. formosensis* aunque se han descrito en todas las especies del género. Punteaduras en la pared tangencial (Figura 19 I, J), asociadas generalmente a la madera final, citadas y observadas en todas las especies salvo en *Ch. lawsoniana*, donde también se referencian (Penhallow 1907; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996). No se observan barras de Sanio en *Ch. thyoides*, citadas por Gerry (1910). Punteaduras radiales con toro definido en todas las muestras estudiadas (Figura 20 A, B). Muecas en el borde de las punteaduras de *Ch. pisifera*. Género caracterizado por la presencia de verrugosidades (Liese 1965a; Xiaomei y Ying 1989; IAWA Committee 2004) (Figura 20 C), se han observado más leves en *Ch. formosensis* y *Ch. pisifera*. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Figura 20 D, E) en *Ch. formosensis*, *Ch. lawsoniana* y *Ch. pisifera*, referenciada también en *Ch. obtusa*.

Parénquima axial presente, distribuido de manera difusa (Figura 19 B) y tangencial (Figura 19 C) en todas las especies, citado también de manera terminal en *Ch. obtusa* (Penhallow 1907; Kanehira 1921a, 1921b; Hayashi 1991) pero únicamente observado en *Ch. pisifera* (Figura 19 D). IAWA Committee (2004) caracteriza al género como ejemplo de distribución tangencial del parénquima. Paredes transversales lisas (Figura 19 E) y noduladas (Figura 19 G) en todas las especies de acuerdo con el resto de autores, también se han observado formas intermedias de tipo irregular (Figura 19 F). Kukachka (1960) y Miller y Meyer (1989) señalan que *Ch. thyoides* se puede diferenciar del resto al ser sus paredes generalmente lisas.

Radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial. Se han descrito traqueidas radiales de manera ocasional en el género (Belyea 1919; Jones 1924; Bannan 1934; Peirce 1937), y específicamente en *Ch. formosensis* (Jones 1924; Jiang *et al.* 2010), *Ch. lawsoniana* (Holden 1913; Belyea 1919; Jones 1924; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952), *Ch. pisifera* (Holden 1913; Belyea 1919) y *Ch. thyoides* (Holden 1913; Belyea 1919; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964). Según Jane (1970), las especies de *Chamaecyparis* que no presentan traqueidas radiales, son consideradas como próximas a los géneros *Juniperus* y *Thuja*. Paredes finales y horizontales exclusivamente lisas en las muestras estudiadas (Figura 20 F), citándose paredes finales también noduladas en *Ch. obtusa* (IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010) y *Ch. pisifera* (Hayashi 1991; IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010), y paredes horizontales punteadas en *Ch. lawsoniana* (Greguss 1944-7 [1948]; Jacquot 1955) y *Ch. obtusa* (Jiang *et al.* 2010). Presencia de hendiduras en todas las muestras observadas (Figura 20 G), al igual que cita la bibliografía salvo en *Ch. lawsoniana*. Las punteaduras son tipo cupresioide (Figura 20 H, I), ocasionalmente descritas también como taxodioide en *Ch. formosensis* (Heinz 2004) y *Ch. thyoides* (Miller y Meyer 1989; Heinz 2004), con un rango observado entre 1 y 3 punteaduras por campo, considerándose característico del género la presencia de 2 por campo (Burgerstein 1908; IAWA Committee 2004). Radios leñosos exclusivamente uniseriados, de altura media entre 1 y 15 células. La menor altura de los radios de *Ch. thyoides* permite diferenciarla de *Ch. lawsoniana* y *Ch. obtusa* según Phillips (1948). Bannan (1950) describe la presencia de radios anormales como los citados en *Thuja*, *Juniperus* y *Libocedrus*, caracterizados por presentar una mayor altura y distinta disposición de las células que los componen. Según Jane (1970) la diferenciación entre *Thuja* y *Chamaecyparis* es complicada, considerándose la presencia de mayor parénquima axial y punteaduras tipo cupresioide de *Chamaecyparis* como significativa, frente a la escasa presencia de parénquima y punteaduras también de tipo taxodioide en *Thuja*. No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

Un anormal crecimiento en la base de los árboles de *Ch. obtusa* se debe a una enfermedad denominada “*tokkuri*”. Esta zona de la madera, descrita como hinchada, presenta una estructura anatómica distorsionada con abundantes radios multiseriados de una altura muy superior a la normal y presencia abundante de trabécula (Kobayashi 1956; Yamanaka 1985; Yamamoto *et al.* 1993; Nakada y Kawamura 2002).

No existen características cualitativas que permitan diferenciar las especies de *Chamaecyparis* entre sí. Lee (2000) caracteriza a este género por presentar paredes transversales del parénquima axial noduladas, punteaduras del campo de cruce tipo cupresioide, paredes finales noduladas y hendiduras. En las muestras estudiadas se observan estas características salvo la presencia de paredes finales noduladas, ausentes en todas las especies. Según Miller y Meyer (1989), *Ch. thyoides* se puede diferenciar del resto de especies por el olor de su madera, siendo más semejante al cedro, y fundamentalmente por presentar paredes transversales del parénquima axial generalmente lisas.

Láminas del género *Chamaecyparis*

Figura 19. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Chamaecyparis* I. A, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición gradual. *Ch. lawsoniana*. B, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición abrupta y parénquima axial en distribución difusa. *Ch. thyoides*. C, Parénquima axial en distribución tangencial. *Ch. pisifera*. D, Parénquima axial en distribución terminal. *Ch. pisifera*. E, Pared transversal del parénquima axial lisa. *Ch. thyoides*. F, Pared transversal del parénquima axial irregular. *Ch. lawsoniana*. G, Pared transversal del parénquima axial nodulada. *Ch. formosana*. H, Espacios intercelulares. *Ch. lawsoniana*. I-J, Punteaduras en la pared tangencial. *Ch. obtusa*, *Ch. thyoides*. Escalas: A-C, 200 µm; B, 150 µm; D, 100 µm; E-H-J, 25 µm; F-G, 20 µm; I, 10 µm.

Figura 20. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Chamaecyparis* II. A-B, Toro definido. *Ch. obtusa*, *Ch. formosensis*. C, Verrugosidades. *Ch. lawsoniana*. D-E, Trabécula. *Ch. formosensis*, *Ch. lawsoniana*. F, Paredes horizontales y finales del parénquima radial lisas. *Ch. lawsoniana*. G, Hendidura presente. *Ch. pisifera*. H-I, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide. *Ch. pisifera*, *Ch. formosensis*. Escalas: A-C-H, 5 μ m; B-G-I, 10 μ m; D-E-F, 20 μ m.

4.1.7.- Anatomía de la madera del género *Cryptomeria* D. Don (1838).

4.1.7.1. *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L. f.) D. Don

Información general y distribución geográfica

Cedar, Criptomeria, Japanese Cedar, Japanese Redwood, Kung Chiao, Omote-Sugi, Peacock Pine, San, Sugi, Tsung, Yaku-Sugi o Yoshino-Sugi. Se distribuye en Japón, en las provincias de Honshu, Kyushu, Shikoku y Yakushima, y en China en las provincias de Fujian, Jiangxi y Zhejiang, en altitudes comprendidas entre 100 y 1.800 m, aunque algunas masas se encuentran próximas al nivel del mar o incluso a 2.050 m (Farjon 2005).

Catalogada por IUCN (2014) como NT (amenazada) y de tendencia poblacional estable. Esta especie ha sido talada de manera extensiva reduciendo drásticamente su distribución natural. Actualmente y gracias a las plantaciones realizadas, muchas de estas áreas están siendo recuperadas con material clonado. Se desconocen los impactos potenciales sobre las poblaciones naturales por la contaminación genética. Esta especie se encuentra parcialmente protegida en Yakushima, donde se encuentra la mayor subpoblación, y en otras subpoblaciones, pero su tala todavía se permite en muchos lugares.

Empleada frecuentemente en repoblaciones. Madera muy apreciada por el color de su duramen. Se utiliza en gran parte para las cajas de té, en construcción, carpintería y mobiliario.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D.Don, Trans. Linn. Soc. London 18: 167 (1841).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus japonica* Thunb. ex L.f., Suppl. Pl.: 421 (1782).
 - *Taxodium japonicum* (Thunb. ex L.f.) Brongn., Ann. Sci. Nat. (Paris) 30: 183 (1833).
 - *Schubertia japonica* (Thunb. ex L.f.) Jacques, Ann. Fl. Pomone 5: 241 (1837).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Cryptomeria nana* Lindl. & Gordon, J. Roy. Hort. Soc. 5: 208 (1850), nom. subnud.
 - *Cryptomeria fortunei* Hooibr. ex Billain, Allg. Gartenzeitung 21: 234 (1853).
 - *Cryptomeria lobbiana* Billain, Allg. Gartenzeitung 21: 234 (1853).
 - *Cryptomeria japonica* var. *lobbii* Carrière, Traité Gén. Conif.: 154 (1855).
 - *Cryptomeria japonica* var. *nana* Carrière in H.A.Jacques & F.Hérincq, Man. Gén. Pl. 3: 332 (1857).
 - *Cryptomeria elegans* Jacob-Makoy, Belgique Hort. 14: 356 (1864).
 - *Cryptomeria araucarioides* Henkel & W.Hochst., Syn. Conif.: 269 (1865).
 - *Cryptomeria japonica* var. *dacrydioides* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 193 (1867).
 - *Cryptomeria japonica* var. *pungens* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2, 1: 194 (1867).

- *Cryptomeria japonica* var. *sinensis* Miq. in P.F.von Siebold & J.G.Zuccarini, Fl. Jap. 2: 52 (1870).
- *Cryptomeria japonica* var. *spiralis* Miq. in P.F.von Siebold & J.G.Zuccarini, Fl. Jap. 2: 52 (1870).
- *Cryptomeria nigricans* Carrière, Rev. Hort. (Paris) 42: 119 (1871).
- *Cryptomeria lycopodioides* Carrière, Rev. Hort. (Paris) 46: 220 (1874).
- *Cryptomeria japonica* var. *elegans-variegata* Van Geert, Nursery Cat. (Auguste Van Geert) 73: xxi (1875).
- *Cryptomeria lobbii* (Carrière) Lavallée, Énum. Arbres: 272 (1877), nom. superfl.
- *Cryptomeria japonica* f. *araucarioides* (Henkel & W.Hochst.) Beissn., Handb. Conif.: 20 (1887).
- *Cryptomeria japonica* f. *compacta* Beissn., Handb. Conif.: 20 (1887).
- *Cryptomeria japonica* f. *elegans* (Jacob-Makoy) Beissn., Handb. Conif.: 20 (1887).
- *Cryptomeria japonica* f. *lobbii* (Carrière) Beissn., Handb. Conif.: 20 (1887).
- *Cryptomeria japonica* f. *nana* (Carrière) Beissn., Handb. Conif.: 20 (1887).
- *Cryptomeria japonica* f. *pungens* (Carrière) Beissn., Handb. Conif.: 20 (1887).
- *Cryptomeria compacta* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 147 (1891).
- *Cryptomeria mucronata* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 146 (1891).
- *Cryptomeria pungens* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 147 (1891).
- *Cryptomeria variegata* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 147 (1891).
- *Cryptomeria viridis* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 146 (1891).
- *Cryptomeria generalis* E.H.L.Krause in J.Sturm, Deutschl. Fl. Abbild., ed. 2, 1: 23 (1906).
- *Cryptomeria japonica* var. *fortunei* (Hooibr. ex Billain) A.Henry in H.J.Elwes & A.Henry, Trees Great Britain 1: 129 (1906).
- *Cryptomeria japonica* var. *compacta* (Beissn.) C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 170 (1913).
- *Cryptomeria japonica* var. *pendulata* Bronsart, Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 22: 94 (1913), nom. provis.
- *Cupressus mairei* H.Lév., Cat. Pl. Yun-Nan: 56 (1916).
- *Cryptomeria kawaii* Hayata, Bot. Mag. (Tokyo) 31: 117 (1917).
- *Cryptomeria japonica* var. *caespitosa* Makino, J. Jap. Bot. 5: 28 (1928).
- *Cryptomeria mairei* (H.Lév.) Nakai, J. Jap. Bot. 13: 395 (1937).
- *Cryptomeria japonica* var. *radicans* Nakai, J. Jap. Bot. 17: 277 (1941).
- *Cryptomeria japonica* var. *pendula* Leroy ex Dallim. & A.B.Jacks., Handb. Conif., ed. 3: 255 (1948).
- *Cryptomeria japonica* f. *dacrydioides* (Carrière) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 43 (1949).
- *Cryptomeria japonica* f. *spiralis* (Miq.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 43 (1949).
- *Cryptomeria japonica* subsp. *sinensis* (Miq.) P.D.Sell, Watsonia 18: 92 (1990).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono marrón que varía desde el rosado (Tang 1933; Esteban *et al.* 1991; Detienne y Jacquet 1993; Carvalho 1996; Chang *et al.* 2000; Ishiguri *et al.* 2003) hasta el rojizo (Gamble 1902; Lushington 1919; Kanehira 1921b; Dallimore y Jackson 1923; Jones 1924; Phillips 1948; Gottwald 1958; Rendle 1970; Keating y Bolza 1982; Lincoln 1986; Purkayastha 1990; Collardet y Besset 1992; Esteban *et al.* 1996; Guindeo *et al.* 1997; Chang *et al.* 2000; Ishiguri *et al.* 2003; Ahuja 2009; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010) para el duramen, y la albura de color blanco amarillento (Gamble 1902; Lushington 1919; Kanehira 1921b; Dallimore y Jackson 1923; Tang 1933; Gottwald 1958; Keating y Bolza 1982; Purkayastha 1990; Esteban *et al.* 1991, 1996; Collardet y Besset 1992; Detienne y Jacquet 1993; Carvalho 1996; Guindeo *et al.* 1997; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Ocasionalmente el duramen es negro, en cuyo caso se considera comercialmente de menor valor (Gamble 1902; Kanehira 1921b; Brown 1978c; Chang *et al.* 2000; Ishiguri *et al.* 2003; IAWA Committee 2004), y en circunstancias especiales, generalmente en ejemplares enterrados, la madera es de color azul, muy estimada en decoración y conocida por los nombres de Bog Wood o Zindai Sugi (Esteban *et al.* 1991). Presencia de bandas coloreadas de tonalidad amarillenta o marrón oscuro (Lincoln 1986). Olor característico (Gamble 1902; Lushington 1919; Kanehira 1921b; Dallimore y Jackson 1923; Gottwald 1958; Rendle 1970; Keating y Bolza 1982; Collardet y Besset 1992; Esteban *et al.* 1996; Guindeo *et al.* 1997; IAWA Committee 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Moeller 1876; Penhallow 1907; Tang 1933; Greguss 1944-7 [1948]; Greguss 1955, 1972; Lincoln 1986; De y Datta 1987; Hayashi 1991; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004; Kitin *et al.* 2009; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010), de transición abrupta (Penhallow 1907; Tang 1933; Peirce 1936; Greguss 1955; Yang y Yang 1987; Hayashi 1991; Carvalho 1996; Fang y Wu 2010) o gradual (Yang y Yang 1987; Lee 2000; Kitin *et al.* 2009; Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Penhallow 1907; Greguss 1955; Greguss 1972; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente uniseriadas (Piccioli 1906; Penhallow 1907; Burgerstein 1908; Kanehira 1921b; Jones 1924; Tang 1933; Peirce 1936; Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Jacquot 1955; Yang y Yang 1987; Hayashi 1991; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Kitin *et al.* 2009; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas (Jones 1924; Peirce 1936; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquot 1955; Yang y Yang 1987; Detienne y Jacquet 1993; Carvalho 1996; Jiang *et al.* 2010), generalmente en la madera de primer crecimiento. Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1907; Burgerstein 1908; Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Jacquot 1955; Yang y Yang 1987; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Kitin *et al.* 2009; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Barras de Sanio presentes (Gerry 1910; Kanehira 1921b; Peirce 1936; De y Datta 1987). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Bauch *et al.* 1972; De y Datta 1987; Sano y Nakada 1998; Gadek *et al.* 2000; IAWA Committee 2004; Kitin *et al.* 2009), ocasionalmente acompañado de extensiones (Fujii *et al.* 1997; Kitin *et al.* 2009). Muecas presentes en el borde de las punteaduras (IAWA Committee 2004). Verrugosidades presentes (Greguss 1944-7 [1948]; Greguss 1955; Cronshaw *et al.* 1961; Liese 1965a; Xiaomei y Ying 1989; IAWA Committee 2004; Kitin *et al.* 2009). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Presencia ocasional de trabécula (Greguss 1944-7

[1948], 1955). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Penhallow 1907; Burgerstein 1908; Kanehira 1921b; Jones 1924; Peirce 1936; Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Jacquot 1955; Brown 1978c; Lincoln 1986; De y Datta 1987; Hayashi 1991; Detienne y Jacquet 1993; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010) y tangencial (Kanehira 1921b; Tang 1933; Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Yang y Yang 1987; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004; IAWA Committee 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales lisas (Jacquot 1955; Greguss 1972; Hayashi 1991; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), irregulares (Peirce 1936; Greguss 1972; Heinz 2004; IAWA Committee 2004) y noduladas (Phillips 1948; Greguss 1955; Butterfield y Meylan 1980; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Fang y Wu 2010). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) y punteadas (Peirce 1936; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Jacquot 1955). Paredes finales lisas (Penhallow 1907; Greguss 1955, 1972; Jacquot 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Peirce 1936; Jacquot 1955; Greguss 1972; Barefoot y Hankins 1982; Yang y Yang 1987; Detienne y Jacquet 1993; Lee 2000; IAWA Committee 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoide (Greguss 1972; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004) o taxodioide (Phillips 1948; Jacquot 1955; Greguss 1972; De y Datta 1987; Yang y Yang 1987; Kitin *et al.* 2009; Detienne y Jacquet 1993; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Lee 2000; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010), frecuentemente entre 1 y 2 por campo (Penhallow 1907; Burgerstein 1908; Kanehira 1921b; Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Detienne y Jacquet 1993; Carvalho 1996; IAWA Committee 2004; Fang y Wu 2010), o entre 2 y 3 (Kanehira 1921b; Tang 1933; Esteban *et al.* 2002; Jiang *et al.* 2010), con máximos descritos de 4 (Tang 1933; Peirce 1936; Yang y Yang 1987; Carvalho 1996; Fang y Wu 2010) e incluso hasta 6 (Jacquot 1955). Radios casi exclusivamente uniseriados, salvo algunos casos donde se citan parcialmente biseriados (Penhallow 1907; Peirce 1936; Jacquot 1955; Greguss 1972; Carvalho 1996; Jiang *et al.* 2010), de altura comprendida entre 5 y 15 células (Kanehira 1921b; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Jacquot 1955; Barefoot y Hankins 1982; De y Datta 1987; Yang y Yang 1987; Detienne y Jacquet 1993), aunque también se han descrito inferiores a 10 (Piccioli 1906; Burgerstein 1908; Tang 1933; Greguss 1955; Hayashi 1991, 1996), y superiores, entre 1 y 25 células (Peirce 1936; Carvalho 1996; Detienne y Jacquet 1993; Esteban *et al.* 2002; Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar hasta 32 (Greguss 1972). **Canales resiníferos.**- Canales resiníferos traumáticos (Kato 2008). **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Cryptomeria japonica*.

Tabla 11. Caracteres anatómicos observados en *Cryptomeria japonica*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Cryptomeria japonica</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-
	Transición abrupta (42)	X
	Transición gradual (43)	-
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	X
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	(X)
	Verrugosidades (60)	(X)
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	X
	Trabécula	-
Parénquima axial	Presente (72)	X
	Distribución difusa (73)	X
	Distribución tangencial (74)	X
	Distribución terminal (75)	-
	Paredes transversales lisas (76)	X
	Paredes transversales irregulares (77)	X
	Paredes transversales noduladas (78)	X
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	X
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	X
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	-
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-
	Entre 5-15 células de altura	X
	Entre 16-30 células de altura	-
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

La mayoría de las claves de identificación existentes agrupan a los antiguos géneros de la familia Taxodiaceae en base a la presencia de punteaduras tipo taxodioide. Entre ellas *Cryptomeria* se asocia generalmente con *Sequoia* o *Cunninghamia*, probablemente debido al color de su madera (Phillips 1948; Rendle 1970; Brown 1978c). Con el resto de géneros de Cupressaceae se asocia con *Thuja*, único género de Cupressaceae s.s. que presenta punteaduras tipo taxodioide según IAWA Committee (2004).

Macroscópicamente *Cryptomeria* presenta albura y duramen diferenciados, con el duramen de color marrón de gran variabilidad cromática y la albura de color blanco amarillento. Su gran variabilidad cromática se ha estudiado en muchas ocasiones. Chang *et al.* (2000) afirman que su color depende de las condiciones de luz y oxígeno, y de la humedad de la madera, presentando colores rojizos, rosados, azulados e incluso negro. Madera olorosa, semejante a *Ca. endlicheri* según Ilic (1994), y sin sabor característico.

Una de las diferenciaciones macroscópicas entre *Th. plicata* y *Cryptomeria* es el color más claro que presenta la madera de *Thuja*, y un olor más pronunciado que en *Cryptomeria* (Carvalho 1996). Del resto de Taxodiaceae con las que comparte territorio en China, se diferencia según Fang y Wu (2010) en el color rosado o rojizo del duramen. Boland *et al.* (2006) consideran que *Cryptomeria* y *Ath. selaginoides* poseen un olor parecido, al igual que Ilic (1994) lo considera entre *Cryptomeria* y *Ca. endlicheri*.

El color rojizo de su duramen, se asemeja al descrito para otras especies de Cupressaceae, denominadas por Ahuja (2009) como “redwoods”, en las que incluye *Cu. lanceolata*, *Fitzroya cupressoides*, *Metasequoia glyptostroboides*, *Sequoia sempervirens*, *Sequoiadendron giganteum* y *Tetraclinis articulata*.

Anatómicamente (Tabla 11) *Cryptomeria* presenta anillos de crecimiento diferenciados, con una transición entre la madera de primer crecimiento y la madera final abrupta (Figura 21 A), ocasionalmente descrita como gradual (Yang y Yang 1987; Lee 2000; Kitin *et al.* 2009; Jiang *et al.* 2010). Según Fang y Wu (2010) la transición brusca permite diferenciar *Cryptomeria* del resto de géneros de la antigua Taxodiaceae presentes en China.

Traqueidas de contorno poligonal. Punteaduras areoladas dispuestas de manera uniseriada, ocasionalmente biseriadas opuesta en la madera de primer crecimiento, como señalan diversos autores (Jones 1924; Peirce 1936; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquot 1955; Yang y Yang 1987; Detienne y Jacquet 1993; Carvalho 1996; Jiang *et al.* 2010). Se han observado punteaduras en la pared tangencial (Figura 21 F), asociada a la madera final (Penhallow 1907; Burgerstein 1908; Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Jacquot 1955; Yang y Yang 1987; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Kitin *et al.* 2009; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Alrededor de las punteaduras biseriadas se observan barras de Sanio (Gerry 1910; Kanehira 1921b; Peirce 1936; De y Datta 1987). Punteaduras areoladas con toro definido (Figura 21 D). No se observan las extensiones de toro citadas por Fujii *et al.* (1997) y Kitin *et al.* (2009), pero se observan muescas en el borde (Figura 21 G) aunque no muy marcadas (IAWA Committee 2004). Pequeñas verrugosidades presentes (Figura 21 E) (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Cronshaw *et al.* 1961; Liese 1965a; Xiaomei y Ying 1989; IAWA Committee 2004; Kitin *et al.* 2009). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. De y Datta (1987) profundizan en diferenciar *Th. plicata* de *Cryptomeria* por el margen de toro más liso en *Cryptomeria*, siendo irregular en *Thuja*.

Parénquima axial presente, de distribución difusa y también tangencial (Figura 21 A), de acuerdo con el resto de autores (Kanehira 1921b; Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales tanto lisas, como irregulares (Figura 21 B) y noduladas (Figura 21 C) (Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). La abundante presencia de parénquima permite diferenciar *Cryptomeria* de *Th. plicata* según Carvalho (1996). Las paredes transversales noduladas permiten diferenciar esta especie del resto de coníferas salvo de otros géneros de Taxodiaceae y *Thujopsis* según Phillips (1948).

Radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial. Paredes horizontales y finales lisas (Figura 21 Ha) (Penhallow 1907; Greguss 1955, 1972; Jacquot 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Presencia de hendiduras (Figura 21 Hb) (Peirce 1936; Jacquot 1955; Greguss 1972; Barefoot y Hankins 1982; Yang y Yang 1987; Detienne y Jacquet 1993; Lee 2000; IAWA Committee 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Barefoot y Hankins (1982) consideran la presencia de hendiduras en esta especie, como una de las características más útiles en su identificación dentro de Cupressaceae.

Punteaduras tipo cupresoide (Figura 21 I) y también taxodioide (Figura 21 J) (Greguss 1972; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004), con un rango observado entre 1 y 2 punteaduras por campo de cruce, sin llegar a los máximos citados de 4 (Tang 1933; Peirce 1936; Yang y Yang 1987; Carvalho 1996; Fang y Wu 2010) e incluso hasta 6 punteaduras por campo (Jacquot 1955).

Radios leñosos exclusivamente uniseriados, aunque se han citado ocasionalmente biseriados (Penhallow 1907; Peirce 1936; Jacquot 1955; Greguss 1972; Carvalho 1996; Jiang *et al.* 2010), de altura media baja, entre 5 y 15 células, con máximos próximos a 20 células de altura, sin llegar a las 32 células descritas por Greguss (1972). Se observan unas marcadas separaciones entre las células del radio, carácter empleado por Visscher y Jagels (2003) para diferenciar *Glyptostrobus* y *Metasequoia*, y como se ha observado también en *Austrocedrus*. Finalmente Carvalho (1996) diferencia *Cryptomeria* de *Th. plicata* por el mayor rango en altura de sus radios leñosos frente a *Thuja*. No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales, aunque se ha citado la presencia de canales resiníferos traumáticos (Kato 2008).

Entre las especies de Taiwán con las que comparte región de procedencia, la madera de *Cryptomeria* es semejante a la de *Cunninghamia*, diferenciándose de esta por las paredes transversales noduladas y los radios leñosos de menos de 20 células en *Cryptomeria* (Yang y Yang 1987).

Dentro de la antigua Taxodiaceae Bannan (1934) considera tres grupos diferenciados según la estructura de sus radios: *Athrotaxis*, *Taxodium-Cryptomeria* y *Sequoia-Cunninghamia-Taiwania*. Bannan (1934) caracteriza a *Cryptomeria* y *Taxodium* por la presencia de espacios entre las células del radio y la presencia de paredes horizontales punteadas.

Láminas género *Cryptomeria*

Figura 21. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Cryptomeria*. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición abrupta y parénquima axial en distribución difusa y tangencial. B, Pared transversal del parénquima axial irregular. C, Pared transversal del parénquima axial nodulada. D, Toro definido. E, Verrugosidades. F, Punteaduras areoladas en la pared tangencial de las traqueidas. G, Muecas en el borde de las punteaduras. H, Pared final del parénquima radial lisa (a), hendidura presente (b). I, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide. J, Punteaduras de tipo taxodioide. Escalas: A, 250 µm; B-C, 50 µm; D-F-G-H-I-J, 25 µm; E, 5 µm.

4.1.8.- Anatomía de la madera del género *Cunninghamia* R.Br. (1826).

El género *Cunninghamia* R.Br. se reparte geográficamente por China, Laos, Taiwán y Vietnam. Actualmente World Checklist considera que este género consta de 2 especies: *Cu. konishii* Hayata y *Cu. lanceolata* (Lamb.) Hook.

IUCN (2014) muestra la distinta situación en la que se encuentran ambas especies: *Cu. konishii* está catalogada como EN (en peligro) y de tendencia poblacional decreciente, mientras que *Cu. lanceolata*, al presentar un área mucho más extensa, se encuentra catalogada como LC (sin amenazas) y de tendencia poblacional estable.

La taxonomía de este género no se está viendo afectada.

4.1.8.1. *Cunninghamia konishii* Hayata

Información general y distribución geográfica

Tai Wan Shan Mu. Se distribuye de manera dispersa en el centro y norte de Taiwán, en la provincia de Fujian en China, en Houa Phan en Laos y en las montañas Bu Houng y Phu Hoat de Vietnam, en altitudes comprendidas entre 600 y 2.220 m (Farjon 2005).

Muchas de sus masas en Taiwán han sido sustituidas por plantaciones comerciales. En Vietnam ha sido fuertemente explotada y todavía se utiliza localmente para la construcción, al igual que en Laos. Pocas masas se encuentran protegidas en Taiwán y Vietnam. En Laos no se encuentran zonas protegidas que contengan a esta especie.

Madera muy valorada por su durabilidad en ambientes húmedos.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Cunninghamia konishii* Hayata, Gard. Chron., ser. 3, 43: 194 (1908).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Cunninghamia lanceolata* var. *konishii* (Hayata) Fujita, Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 22: 49, 476 (1932).
 - Sinónimo taxonómico:
 - *Cunninghamia kawakamii* Hayata, Icon. Pl. Formosan. 5: 207 (1915).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono marrón amarillento para el duramen y la albura amarilla (Kanehira 1921a; Keating y Bolza 1982). Olor característico (Keating y Bolza 1982; IAWA Committee 2004). Sin sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Kanehira 1921a; Greguss 1972; Heinz 2004), de transición gradual (Yang y Yang 1987). **Traqueidas.**- Las punteaduras areoladas se disponen de manera uniseriada o biseriada en la pared radial (Kanehira 1921a; Greguss 1972; Yang y Yang 1987; Heinz 2004), presentes también en la pared tangencial (Kanehira 1921a; Greguss 1972; Yang y Yang 1987). Alrededor de las punteaduras biseriadas se describen barras de Sanio (Greguss 1972). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. No se han descrito verrugosidades. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de

distribución difusa (Kanehira 1921a; Greguss 1972; Yang y Yang 1987) o tangencial (Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Greguss 1972; Yang y Yang 1987; Heinz 2004) e irregulares (Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales y finales lisas (Greguss 1972; Heinz 2004). Hendiduras presentes (Yang y Yang 1987). Punteaduras tipo cupresoide (Greguss 1972) o taxodioide (Yang y Yang 1987; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 (Greguss 1972), descritas entre 2 y 3 (Kanehira 1921a), con un rango superior citado entre 1 y 4 (Yang y Yang 1987). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Kanehira 1921a; Yang y Yang 1987), de altura comprendida entre 1 y 15 células (Kanehira 1921a; Greguss 1972), aunque se han citado superiores llegando incluso a 30 células (Yang y Yang 1987). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.8.2. *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook

Información general y distribución geográfica

Chinese Fir, Hsiang Mu, Koyozan, Riu Kiu Momi, San Shu, Sha Shu, Shamu fir, Shan Mu, Xa Mon o Yin Chien Mu. Se distribuye en Laos, Vietnam y en el sureste de China, desde la provincia de Sichuan hacia la costa, en altitudes comprendidas entre 140 y 2.500 m, aunque algunas masas se encuentran a 2.800 m (Farjon 2005).

Sin amenazas aparentes. Empleada en las repoblaciones de la zona templada-cálida de China. Muchas de sus poblaciones se encuentran en áreas protegidas.

Madera muy empleada para leña y con fines hortícolas, plantándose de manera ornamental en las ciudades y parques chinos. También empleada como postes, en la construcción de puentes y barcos, cajas de embalaje, papel y mobiliario.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook., Bot. Mag. 54: t. 2743 (1827).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Pinus lanceolata* Lamb., Descr. Pinus 1: 52 (1803).
 - *Abies lanceolata* (Lamb.) Poir. in J.B.A.M.de Lamarck, Encycl. 6: 523 (1804).
 - *Belis jaculifolia* Salisb., Trans. Linn. Soc. London 8: 315 (1807), nom. superfl.
 - *Belis lanceolata* (Lamb.) Hoffmanns., Verz. Pfl.-Kult.: 42 (1824).
 - *Cunninghamia sinensis* R.Br. in A.Richard, Comm. Bot. Conif. Cycad.: 80 (1826), nom. superfl.
 - *Raxopitys cunninghamii* J.Nelson, Pinaceae: 97 (1866), nom. superfl.
 - *Cunninghamia jaculifolia* Druce, Rep. Bot. Soc. Exch. Club Brit. Isles 1916: 618 (1917), nom. superfl.
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Larix chinensis* Mill., Gard. Dict. ed. 8: n.º 2 (1768).
 - *Pinus abies* Lour., Fl. Cochinch.: 579 (1790), sensu auct.
 - *Abies batavorum* Siebold ex Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 229 (1867).
 - *Cunninghamia sinensis* var. *prolifera* Lemée & H.Lév., Monde Pl. 2(16): 20 (1914).

- *Cunninghamia unicanaliculata* D.Y.Wang & H.L.Liu, Acta Phytotax. Sin. 20: 230 (1982).
- *Cunninghamia unicanaliculata* var. *pyramidalis* D.Y.Wang & H.L.Liu, Acta Phytotax. Sin. 20: 231 (1982).
- *Cunninghamia lanceolata* var. *uncanaliculata* (D.Y.Wang & H.L.Liu) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 7: 23 (2000).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono marrón que varía desde el amarillento (Tang 1933; Gottwald 1958; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010), rosado (Esteban *et al.* 1991), anaranjado (Record y Hess 1949) y pardo oscuro (Record y Hess 1949; Esteban *et al.* 1991) el duramen, y una albura de color amarillento (Tang 1933; Gottwald 1958; Esteban *et al.* 1991; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010), con un ligero tinte grisáceo y rojizo (Jiang *et al.* 2010). El color del duramen varía según la localización y las condiciones de humedad y suelo (Record y Hess 1949). Ocasionalmente se describe de manera general de color blanco amarillento (Dallimore y Jackson 1923), rosado (Collardet y Besset 1992) o incluso rojizo (Ahuja 2009). Olor característico (Dallimore y Jackson 1923; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Lecomte 1926; Tang 1933; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010), de transición abrupta (Tang 1933; Fang y Wu 2010) o gradual (Yang y Yang 1987; Jiang *et al.* 2010), con falsos anillos de crecimiento (Fang y Wu 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Tang 1933; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), redondeadas en la madera de primer crecimiento de manera ocasional, dando lugar a espacios intercelulares (Greguss 1944-7 [1948], 1955). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Burgerstein 1908; Kanehira 1921a; Tang 1933; Greguss 1944-7 [1948]; Yang y Yang 1987; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2002, 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Burgerstein 1908; Kanehira 1921a; Tang 1933; Greguss 1955; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras presentes en la pared tangencial, asociadas generalmente a la madera tardía (Tang 1933; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Alrededor de las punteaduras biseriadas se describen barras de Sanio (Gerry 1910). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Gadek *et al.* 2000; IAWA Committee 2004). Verrugosidades no muy visibles (Greguss 1944-7 [1948]). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Presencia ocasional de trabécula (Greguss 1944-7 [1948], 1955). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010) y tangencial (Kanehira 1921a; Greguss 1955; Heinz 2004; Fang y Wu 2010). Paredes transversales lisas (Greguss 1955; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), irregulares (Heinz 2004) y también ligeramente noduladas (Greguss 1955; Fang y Wu 2010). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales y finales lisas (Tang 1933; Greguss 1955; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Yang y Yang 1987; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoide (Yang y Yang 1987) o taxodidoide (Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010), frecuentemente

entre 1 y 3 punteaduras por campo (Burgerstein 1908; Kanehira 1921a; Tang 1933; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), con un valor máximo descrito de hasta 6 punteaduras (Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Kanehira 1921a; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010), de altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2004), descrita inferior a 10 (Lecomte 1926; Tang 1933; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Esteban *et al.* 2002), y en rango superior entre 3 y 20 (Kanehira 1921a; Jiang *et al.* 2010), con un máximo de 30 (Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- Presentes (Tang 1933). **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en las especies del género *Cunninghamia*.

RESULTADOS

Tabla 12. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Cunninghamia*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por IAWA Committee (2004).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Cu. konishii</i>	<i>Cu. lanceolata</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-	-
	Transición abrupta (42)	-	-
	Transición gradual (43)	X	X
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)	(X)
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)	(X)
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-	-
	Punteaduras tangenciales	X	X
	Depósitos (48)	-	-
	Espacios intercelulares (53)	-	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	X	X
	Verrugosidades (60)	(X)	(X)
	Engrosamientos helicoidales (61)	-	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-	-
	Trabécula	-	-
Parénquima axial	Presente (72)	X	X
	Distribución difusa (73)	X	X
	Distribución tangencial (74)	-	-
	Distribución terminal (75)	-	-
	Paredes transversales lisas (76)	X	X
	Paredes transversales irregulares (77)	-	-
	Paredes transversales noduladas (78)	-	-
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X	X
	Paredes finales lisas (85)	X	X
	Paredes finales noduladas (86)	-	(X)
	Paredes horizontales lisas (87)	X	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-	-
	Hendiduras (89)	(X)	(X)
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-	-
	Cupresoides (93)	X	X
	Taxodioides (94)	-	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	X	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	-	-
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-	-
	Entre 5-15 células de altura	X	X
	Entre 16-30 células de altura	(X)	-
	>30 células de altura	-	-
	Uniseriados (107)	X	X
	Parcialmente biseriados (108)	(X)	(X)
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-	-

Anatomía comparada

La mayoría de las claves de identificación existentes agrupan a los antiguos géneros de la familia Taxodiaceae en base a la presencia de punteaduras tipo taxodioide. Entre ellas *Cunninghamia* se asocia generalmente con *Sequoia* o *Cryptomeria*, probablemente debido al color de su madera (Phillips 1948; Rendle 1970; Brown 1978c).

Género muy asociado a *Cryptomeria*, diferenciándose por el tipo de transición (Fang y Wu 2010), o por características de los radios leñosos (Peirce 1936; Yang y Yang 1987).

De forma genérica puede considerarse con albura y duramen diferenciados, este último de color marrón amarillento, ocasionalmente más oscuro, y albura blanco amarillenta. Posee un olor característico. No presenta sabor característico. Ocasionalmente se describe como de color marrón rojizo, por el que se puede diferenciar de especies microscópicamente similares como *Glyptostrobus*, *Thuja* y *Thujopsis* (Phillips 1948).

El color rojizo del duramen en *Cu. lanceolata*, se asemeja al descrito para otras especies de Cupressaceae, denominadas por Ahuja (2009) como “redwoods”, en las que incluye *Cryptomeria japonica*, *Fitzroya cupressoides*, *Metasequoia glyptostroboides*, *Sequoia sempervirens*, *Sequoiadendron giganteum* y *Tetraclinis articulata*.

Anatómicamente, *Cunninghamia* (Tabla 12) presenta anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual (Figura 22 A, B), ocasionalmente descrita como abrupta en *Cu. lanceolata* (Tang 1933; Fang y Wu 2010). Entre las especies de Hunan en China, Fang y Wu (2010) diferencian las maderas de *Cryptomeria* y *Cu. lanceolata* por la transición abrupta de *Cryptomeria*.

Traqueidas de contorno poligonal, Greguss (1944-7 [1948]), 1955) describe la presencia de espacios intercelulares en *Cu. lanceolata*. Punteaduras dispuestas de manera uniseriada en la pared radial, ocasionalmente biseriada opuesta en las traqueidas de primer crecimiento. Punteaduras en la pared tangencial (Figura 22 D), asociadas generalmente a la madera tardía (Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 1996). Punteaduras areoladas con toro definido (Figura 22 G). Se han observado muescas en el borde en las dos especies (Figura 22 E, F), carácter no descrito anteriormente para este género. No se han observado barras de Sanio (Gerry 1910; Peirce 1936; Greguss 1972). Pequeñas verrugosidades presentes (Figura 22 H) (Liese 1965a; Xiaomei y Ying 1989). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides.

Parénquima axial presente, distribuido de manera difusa (Figura 22 A, B). No se ha observado la distribución tangencial descrita para *Cu. konishii* (Heinz 2004) o *Cu. lanceolata* (Kanehira 1921a; Greguss 1955; Fang y Wu 2010). Paredes transversales exclusivamente lisas (Figura 22 C), no habiéndose observado las irregulares descritas por Heinz (2004), ni las noduladas de Greguss (1955) y Fang y Wu (2010).

Radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial. Paredes horizontales y finales lisas (Figura 22 Ia) al igual que citan otros autores. Se observan ligeras hendiduras en ambas especies (Figura 22 Ib), carácter anteriormente citado para el género (Peirce 1936; Barefoot y Hankins 1982; Yang y Yang 1987; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Peirce (1936) diferencia las maderas de *Cryptomeria* y *Cunninghamia* por la presencia de hendiduras en la madera de primer crecimiento en *Cunninghamia*, estando presentes en todo el anillo en *Cryptomeria*. Se han observado paredes finales noduladas de manera ocasional también en *Cu. lanceolata* (Figura 22 J), según Yang y Yang (1987) este carácter permite diferenciar *Cu. lanceolata* de *Cu. konishii*.

Punteaduras tipo cupresoide (Figura 22 K), entre 1 y 2 por campo generalmente, como señala IAWA Committee (2004), aunque se han citado valores de hasta 6 punteaduras en *Cu. lanceolata*

(Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Según Phillips (1948) *Cu. lanceolata* se diferencia del resto de coníferas excepto de *Glyptostrobus*, *Thuja* y *Thujopsis*, por las punteaduras tipo taxodioide, la presencia de parénquima y las hendiduras de los radios leñosos.

Radios leñosos uniseriados y parcialmente biseriados (Figura 22 L, M) sin llegar al 10% del total (Kanehira 1921a; Peirce 1936; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Radios leñosos de altura media entre 5 y 15 células, presentándose máximos entre 16 y 30 en *Cu. konishii*.

Se ha citado la presencia de canales resiníferos en *Cu. lanceolata* (Tang 1933). No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales en ninguna de las dos especies.

Dentro de la antigua Taxodiaceae Bannan (1934) considera tres grupos diferenciados según la estructura de sus radios: *Athrotaxis*, *Taxodium-Cryptomeria* y *Sequoia-Cunninghamia-Taiwania*. Bannan (1934) caracteriza a *Cunninghamia* por la presencia de un menor número de espacios entre las células del radio y la presencia de más traqueidas radiales. Específicamente no se ha descrito la presencia de traqueidas radiales, pero sí de manera genérica (Jones 1924).

Láminas del género *Cunninghamia*

Figura 22. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Cunninghamia*. A-B, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición gradual y parénquima axial en distribución difusa. *Cu. konishii*, *Cu. lanceolata*. C, Pared transversal del parénquima axial lisa. *Cu. konishii*. D, Punteaduras en la pared tangencial. *Cu. konishii*. E-F, Muestras en el borde de las punteaduras. *Cu. konishii*, *Cu. lanceolata*. G, Punteaduras con toro definido. *Cu. konishii*. H, Verrugosidades. *Cu. lanceolata*. I, Paredes horizontales y finales lisas (a), hendidura presente (b). *Cu. konishii*. J, Pared final nodulada. *Cu. lanceolata*. K, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresóide. *Cu. lanceolata*. L-M, Radios leñosos parcialmente biseriados. *Cu. konishii*, *Cu. lanceolata*. Escalas: A, 150 μm ; B, 100 μm ; C, 50 μm ; D-J-L-M, 25 μm ; E-F-K, 10 μm ; G-H-I, 5 μm .

4.1.9.- Anatomía de la madera del género *Cupressus* L. (1753).

El género *Cupressus* L. se distribuye por toda la zona templado-cálida del Hemisferio Norte, en la región circunmediterránea, Asia y en el continente americano. Actualmente World Checklist considera que este género consta de 19 especies con 16 variedades, número superior a las 15 especies y 17 variedades contempladas por Farjon (2005). En este estudio se seguirá el tratamiento taxonómico descrito por Farjon (2005).

Desde la antigüedad la madera de ciprés ha sido utilizada en construcción y ha sido ampliamente plantada debido por su alto valor ornamental y religioso.

IUCN (2014) muestra para este género una tendencia poblacional decreciente en 7 de las 15 especies que lo componen. Entre ellas están catalogadas en peligro (EN): *C. dupreziana*, *C. goveniana* y *C. guadalupensis*, y vulnerables (VU): *C. bakeri*, *C. chengiana*, *C. sargentii* y *C. macrocarpa*, esta última con una tendencia poblacional estable. *C. cashmeriana* está catalogada como amenazada (NT), y para *C. duclouxiana* y *C. funebris* no hay suficientes datos para describir su estatus. El resto de especies, *C. arizonica*, *C. lusitánica*, *C. macnabiana*, *C. sempervirens* y *C. torulosa* se consideran sin amenazas (LC).

Las amenazas que afectan a este género varían en cuanto a su región de procedencia, presentando cuatro grupos diferenciados: Estados Unidos, México, región mediterránea y región oriental. Las especies de Estados Unidos se caracterizan por su dependencia al fuego para una regeneración satisfactoria, pero tienen la supervivencia limitada a la frecuencia e intensidad de los mismos, incrementados en la actualidad por factores antropológicos como la urbanización. En México, *C. lustianica* se encuentra amenazada por la tala. Las amenazas para las especies de la región mediterránea son fundamentalmente la tala para *C. sempervirens* y los incendios, el turismo, el ganado y su uso como leña para *C. dupreziana*. La madera de cupresáceas es muy valorada en la región oriental, empleándose en la construcción de edificios tradicionales y religiosos. En esta región las poblaciones silvestres son vulnerables, pero la protección de las especies y la consideración de sus arboledas como lugares sagrados, promueve la plantación individual en aldeas, templos y monasterios.

La taxonomía del género *Cupressus* no se ha visto afectada en más de 100 años (Adams et al. 2009), habiendo sido la mayor parte de sus especies descubiertas y descritas en el siglo XIX. No obstante, la descripción de *X. vietnamensis* (Farjon et al. 2002) como una nueva especie de Cupressaceae, descubierta en el norte de Vietnam en su frontera con China en 1999, y el uso de las nuevas herramientas de filogenia molecular, están aportando nuevos argumentos en la construcción de este género.

4.1.9.1. *Cupressus arizonica* Greene

Información general y distribución geográfica

Ciprés de Arizona, Ciprés de México, Arizónica, Cyprés d'Arizona, Arizona Zypresee, Arizona Cypress, Smooth Cypress, Cipresso del l'Arizona, Cipresso Mexicano o Cedro. Las distintas variedades se conocen bajo los nombres Rough Arizona Cypress o Cedro Blanco para la variedad *arizonica*, Smooth Cypress o Smooth Arizona Cypress para la variedad *glabra*, Piute Cypress para la variedad *nevadensis* y Cuyamaca Cypress para la variedad *stephensonii*. Presenta una distribución discontinua, con poblaciones fragmentadas, en el suroeste de Estados Unidos (California, Arizona, Nuevo México, Texas) y México (Baja California, Sonora, Chihuahua,

Coahuila, Durango, Zacatecas, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas), en altitudes comprendidas entre 750 y 2.700 m (Farjon, 2005).

Sus variedades tienen distribuciones disjuntas muy limitadas, clasificadas en algunas ocasiones como amenazadas. Las variedades *montana* y *stephensonii* se catalogan como CR (en peligro crítico), la variedad *nevadensis* como EN (en peligro) y la variedad *glabra* como NT (amenazada). La variedad *arizonica* no está amenazada (LC).

Carece de valor comercial. Se usa como leña y ha sido muy cultivada en jardines y parques en Europa y Estados Unidos, particularmente su variedad *glabra*. En Europa fue introducida en 1882 (Abbate 1978), y en España se encuentra en prácticamente todas las provincias, siendo muy empleada como cortavientos y en la fijación de taludes (Esteban *et al.* 1991).

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ ***Cupressus arizonica* Greene, Bull. Torrey Bot. Club 9: 64 (1882).**

○ Sinónimos nomenclaturales:

- *Cupressus benthamii* var. *arizonica* (Greene) Mast., J. Linn. Soc., Bot. 31: 340 (1896).
- *Cupressus arizonica* f. *typica* Martínez, Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México 18: 121 (1947), nom. inval.
- *Cupressus lusitanica* subsp. *arizonica* (Greene) Maire, Fl. Afrique N. 1: 124 (1952).
- *Callitropsis arizonica* (Greene) D.P.Little, Syst. Bot. 31: 473 (2006).
- *Hesperocyparis arizonica* (Greene) Bartel, Phytologia 91: 180 (2009).
- *Neocupressus arizonica* (Greene) de Laub., Novon 19: 301 (2009).

✓ ***Cupressus arizonica* var. *arizonica*.**

○ Sinónimos taxonómicos:

- *Cupressus arizonica* var. *bonita* Lemmon, Cone-bear. Trees Pacif. Slope, ed. 3: 76 (1895).
- *Cupressus arizonica* var. *compacta* C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 174 (1913).
- *Cupressus arizonica glauca* Woodall, Garden (London 1871-1927) 88: 16 (1916).
- *Cupressus arizonica* f. *glomerata* Martínez, Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México 18: 129 (1947).
- *Cupressus arizonica* f. *minor* Martínez, Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México 18: 133 (1947).
- *Cupressus arizonica* f. *compacta* (C.K.Schneid.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 50 (1949).
- *Cupressus arizonica* f. *glauca* (Woodall) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 50 (1949).
- *Cupressus arizonica* var. *reveliana* Silba, Phytologia 49: 393 (1981).
- *Cupressus arizonica* subsp. *reveliana* (Silba) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 51 (2005).
- *Hesperocyparis reveliana* (Silba) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 16: 67 (2009).
- *Cupressus reveliana* (Silba) Bisbee, Bull. Cupressus Conservation Project 1: 7 (2012).

- ✓ ***Cupressus arizonica* var. *glabra* (Sudw.) Little, Madroño 18: 162 (1966).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus glabra* Sudw., Amer. Forest. 16: 88 (1910).
 - *Cupressus arizonica* subsp. *glabra* (Sudw.) A.E.Murray, Kalmia 12: 19 (1982).
 - *Callitropsis glabra* (Sudw.) Carrière, Syst. Bot. 31: 473 (2006).
 - *Hesperocyparis glabra* (Sudw.) Bartel, Phytologia 91: 181 (2009).
 - *Neocupressus arizonica* var. *glabra* (Sudw.) de Laub., Novon 19: 302 (2009).
- ✓ ***Cupressus arizonica* var. *montana* (Wiggins) Little, Madroño 18: 163 (1966).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus montana* Wiggins, Contr. Dudley Herb. 1: 161 (1933).
 - *Cupressus arizonica* subsp. *montana* (Wiggins) A.E.Murray, Kalmia 15: 11 (1985).
 - *Callitropsis montana* (Wiggins) D.P.Little, Syst. Bot. 31: 474 (2006).
 - *Hesperocyparis montana* (Wiggins) Bartel, Phytologia 91: 182 (2009).
 - *Neocupressus arizonica* var. *montana* (Wiggins) de Laub., Novon 19: 302 (2009).
 - *Hesperocyparis arizonica* var. *montana* (Wiggins) de Laub., Novon 22: 12 (2012).
- ✓ ***Cupressus arizonica* var. *nevadensis* (Abrams) Little, Madroño 18: 164 (1966).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus nevadensis* Abrams, Torreyia 19: 92 (1919).
 - *Cupressus macnabiana* var. *nevadensis* (Abrams) Abrams, Ill. Fl. Pacific States 1: 73 (1923).
 - *Cupressus arizonica* subsp. *nevadensis* (Abrams) A.E.Murray, Kalmia 12: 19 (1982).
 - *Callitropsis nevadensis* (Abrams) D.P.Little, Syst. Bot. 31: 474 (2006).
 - *Hesperocyparis nevadensis* (Abrams) Bartel, Phytologia 91: 182 (2009).
 - *Neocupressus arizonica* var. *nevadensis* (Abrams) de Laub., Novon 19: 302 (2009).
 - *Hesperocyparis arizonica* var. *nevadensis* (Abrams) de Laub., Novon 22: 13 (2012).
- ✓ ***Cupressus arizonica* var. *stephensonii* (C.B.Wolf) Little, Madroño 18: 164 (1966).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus stephensonii* C.B.Wolf, Aliso 1: 125 (1948).
 - *Cupressus arizonica* subsp. *stephensonii* (C.B.Wolf) A.E.Murray, Kalmia 12: 19 (1982).
 - *Callitropsis stephensonii* (C.B.Wolf) D.P.Little, Syst. Bot. 31: 474 (2006).
 - *Hesperocyparis stephensonii* (C.B.Wolf) Bartel, Phytologia 91: 183 (2009).

Propiedades físicas

Albura y duramen cuya diferenciación no siempre es apreciable ([Kukachka 1960](#)). De color grisáceo, siendo la albura con un tono más pálido y blanquecino que el duramen, que presenta con tonalidades amarillentas ([Harrar 1957](#); [Abbate 1978](#); [Esteban y Guindeo 1988](#); [Esteban et al.](#)

1991; Mahmood y Athar 1997). Se han descrito bandas amarillas únicamente por Wolf y Wagener (1948). Olor agradable a cedro en madera verde, que persiste después de seca (Harrar 1957; Abbate 1978; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991, 2000; Mahmood y Athar 1997). Sabor característico (Mahmood y Athar 1997).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Varían desde poco o nada diferenciados (Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003) hasta claramente diferenciados (Abbate 1978; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991, 2004; De Magistris 1997; Heinz 2004), con presencia ocasional de falsos anillos de crecimiento (Harrar 1957). Transición abrupta (Harrar 1957; Mahmood y Athar 1997), ocasionalmente gradual (Penhallow 1907). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Penhallow 1907; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004), que en la madera de primer crecimiento se torna ovalada y redondeada dando lugar a espacios intercelulares (Harrar 1957; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Penhallow 1907; Harrar 1957; Abbate 1978; Butterfield y Meylan 1980; Esteban y Guindeo 1988; De Magistris 1997; Mahmood y Athar 1997; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004), aunque se citan biseriadas en escasas ocasiones, generalmente en la madera de primer crecimiento (Jacquiot 1955; De Magistris 1997). La presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociada a la madera tardía, ha sido citada por varios autores (Penhallow 1907; Jacquiot 1955; Harrar 1957; Esteban y Guindeo 1988; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (De Magistris 1997; Gadek *et al.* 2000). La presencia de verrugosidades únicamente se ha citado en la variedad *arizonica* (De Magistris 1997). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides, pero se ha citado la presencia de trabéculas en la variedad *glabra* (De Magistris 1997). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Abbate 1978; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004), tangencial (Penhallow 1907; Jacquiot 1955; Harrar 1957; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000; De Magistris 1997; Heinz 2004), o terminal en la variedad *arizonica* (Greguss 1972), destacando su mayor presencia en las zonas extremas de los anillos de crecimiento (Esteban y Guindeo 1988). Paredes transversales lisas (Jacquiot 1955; Greguss 1972; Mahmood y Athar 1997; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004) y también noduladas (Harrar 1957; Esteban y Guindeo 1988; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha descrito la presencia ocasional de traqueidas radiales (Harrar 1957; Barefoot y Hankins 1982; Esteban y Guindeo 1988; De Magistris 1997; IAWA Committee 2004; Heinz 2004). Paredes horizontales punteadas (Harrar 1957; Greguss 1972; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004), siendo las paredes finales descritas tanto lisas (Jacquiot 1955; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004) como noduladas (Harrar 1957; Mahmood y Athar 1997; De Magistris 1997; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004). Con hendiduras (Jacquiot 1955; Greguss 1972; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004). Punteaduras tipo cupresoide, frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Penhallow 1907; Jacquiot 1955; Harrar 1957; Greguss 1972; Esteban y Guindeo 1988; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004), apareciendo ocasionalmente entre 3 y 4 (Penhallow 1907; Jacquiot 1955; Greguss 1972; Abbate 1978; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003). Radiales casi exclusivamente uniseriados, salvo en algunos casos donde se observan parcialmente biseriados (Jacquiot 1955; Abbate 1978; De Magistris 1997; Esteban *et al.*

2000, 2002, 2003, 2004), de altura comprendida entre 1 y 15 células (Jacquiot 1955; Harrar 1957; Greguss 1972; Abbate 1978; Esteban y Guindeo 1988; De Magistris 1997; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2004), con máximo descrito de 20 (Jacquiot 1955; Abbate 1978; Esteban *et al.* 2000) e incluso 30 células de altura (De Magistris 1997). **Canales resiníferos.**- No se ha descrito la presencia de canales resiníferos fisiológicos ni traumáticos, aunque Penhallow (1907) destaca la presencia ocasional de una aglomeración de células de parénquima axial que presenta una tendencia a la formación de canales. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.9.2. *Cupressus bakeri* Jeps.

Información general y distribución geográfica

Baker Cypress, Modoc Cypress, Modro Cypress o Siskiyou Cypress. Se distribuye entre el norte de California y sur de Oregón. Se conocen menos de 10 poblaciones, siendo la mayor superficie catalogada menor de 3 km². Su rango de altitud se encuentra entre 820 y 2.000 m (Farjon, 2005).

Las acciones de conservación que afectan a esta especie se restringen a su presencia en varias áreas protegidas y la gestión del fuego, de tal manera que se produzcan en frecuencias e intensidades próximas a la situación natural.

Antiguamente se empleaban para postes, pero actualmente no tiene ningún uso definido.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ *Cupressus bakeri* Jeps., Fl. Calif. 1: 61 (1909).

○ Sinónimos nomenclaturales:

- *Cupressus macnabiana* var. *bakeri* (Jeps.) Jeps., Man. Fl. Pl. Calif.: 58 (1923).
- *Cupressus bakeri* subsp. *typica* C.B.Wolf, Aliso 1: 73 (1948), nom. inval.
- *Callitropsis bakeri* (Jeps.) D.P.Little, Syst. Bot. 31: 473 (2006).
- *Hesperocyparis bakeri* (Jeps.) Bartel, Phytologia 91: 180 (2009).
- *Neocupressus bakeri* (Jeps.) de Laub., Novon 19: 302 (2009).

○ Sinónimo taxonómico:

- *Cupressus bakeri* subsp. *mathewsii* C.B.Wolf, Aliso 1: 83 (1948).

Propiedades físicas

No se han encontrado datos sobre las propiedades físicas de esta especie.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), no se hace referencia a la transición. **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Las punteaduras areoladas presentes en su pared radial se disponen exclusivamente de manera uniseriada (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). La presencia de punteaduras en la pared tangencial se restringe en la madera tardía, al final del anillo de crecimiento (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). No se han descrito depósitos ni verrugosidades. Se ha descrito la presencia de engrosamientos helicoidales de manera ocasional (Heinz 2004), probablemente confundido con las estrías formadas en la madera de compresión. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004) o tangencial (Heinz

2004). Paredes transversales noduladas (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha descrito la presencia ocasional de traqueidas radiales (Heinz 2004). Paredes horizontales lisas y sus paredes finales noduladas, con presencia de hendiduras (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). Punteaduras tipo cupresoides, generalmente entre 1 y 2 por campo (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), presentándose valores máximos entre 3 y 4 (Esteban *et al.* 2000). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente parcialmente biseriados (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), de altura comprendida entre 1 y 15 células de altura (Esteban *et al.* 2000, 2004), describiéndose valores inferiores de 1 a 5 células (Esteban *et al.* 2002), y máximos comprendidos entre 16 y 30 células (Esteban *et al.* 2000). **Canales resiníferos.**- No se han definido. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.9.3. *Cupressus cashmeriana* Royle ex Carrière

Información general y distribución geográfica

Buthan Cypress, Ciprés Asiático o Weeping Cypress. Presenta una población muy fragmentada. Originaria de Bhután y el noreste de la India, ha sido ampliamente plantada en zonas próximas a monasterios y templos budistas en el este de Nepal, Sikkim, Bhután, Xizang (Tibet) y Arunachal Pradesh. Su área de ocupación es menor a 500 km². Su rango altitudinal se encuentra entre 1.250 y 2.670 m (Farjon, 2005).

Esta especie está protegida fundamentalmente por su plantación individual en aldeas, templos y monasterios.

Su uso es fundamentalmente ornamental, religioso y medicinal, no muy usado comercialmente por la inaccesibilidad de sus masas.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Cupressus cashmeriana* Royle ex Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 161 (1867).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Cupressus torulosa* var. *cashmeriana* (Royle ex Carrière) A.H.Kent in H.J.Veitch, Man. Conif., new ed.: 284 (1900).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Cupressus pendula* Griff., Itin. Pl. Khasyah Mts.: 131, 143 (1848), nom. illeg.
 - *Cupressus tortulosa* Griff., Not. Pl. Asiat. 4: 26 (1854), nom. rej. prop.
 - *Cupressus himalaica* Silba, Phytologia 64: 80 (1987).
 - *Cupressus himalaica* var. *darjeelingensis* Silba, Phytologia 68: 29 (1990).
 - *Cupressus assamica* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 1: 19 (1994).
 - *Cupressus darjeelingensis* (Silba) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 1: 18 (1994).
 - *Cupressus pseudohimalaica* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 1: 23 (1994).
 - *Cupressus cashmeriana* subsp. *himalaica* (Silba) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 56 (2005).
 - *Cupressus tortulosa* subsp. *himalaica* (Silba) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc., rev. vers. 16(1): 49 (2009).

Propiedades físicas

No se han encontrado muchas referencias que describan la madera de esta especie. Si se ha descrito su madera como de color parduzco (Esteban *et al.* 1991), junto con otras especies de *Cupressus* denominadas bajo el nombre de ciprés asiático, con un olor característico que permanece durante mucho tiempo.

Anatomía de la madera. Revisión

En el estudio de Heinz (2004) se describen anillos de crecimiento diferenciados, parénquima axial de distribución tangencial con sus paredes transversales lisas, radios leñosos sin traqueidas radiales, parénquima radial con paredes finales y horizontales lisas y las punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide o taxodioide.

4.1.9.4. *Cupressus chengiana* S.Y. Hu

Información general y distribución geográfica

La variedad *chengiana* es conocida como Min Jiang Bai Mu, y su variedad *jiagensis* como Jian Ge Bai Mu. Se distribuye en las provincias de Gansu y Sichuan (China), en altitudes que oscilan entre 1.000 y 2.900 m (Farjon, 2005).

La variedad *jiagensis* se clasifica como CR (en peligro crítico), con menos de 50 individuos catalogados. Las poblaciones naturales de esta especie están restringidas a sitios de poca accesibilidad como cañones y acantilados, y se ve afectada por la tala ilegal. Como acciones de conservación se debe destacar el cultivo de la variedad *chengiana* dentro de su área natural en los pueblos de Sichuan y Gansu. Además, desde 1998 el gobierno chino ha implantado una serie de leyes y normas que prohíben la tala en bosques naturales primarios, lo que protege a muchas de las especies de *Cupressus* presentes en China.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Cupressus chengiana* S.Y.Hu, Taiwania 10: 57 (1964).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Chamaecyparis chengiana* (S.Y.Hu) Gaussen, Trav. Lab. Forest. Toulouse 2(13): 58, 70 (1968), sine relat. loc.
- ✓ ***Cupressus chengiana* var. *chengiana*.**
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Cupressus fallax* Franco, Portugaliae Acta Biol., Sér. B, Sist. 9: 190 (1969).
 - *Cupressus chengiana* var. *kansouensis* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 1: 25 (1994).
 - *Cupressus chengiana* var. *wenchuanhsiensis* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 1: 25 (1994).
 - *Cupressus chengiana* subsp. *kansouensis* (Silba) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 59 (2005).
- ✓ ***Cupressus chengiana* var. *jiangensis* (N.Zhao) Silba, Phytologia 49: 394 (1981).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus jiangensis* N.Zhao, Acta Phytotax. Sin. 18: 210 (1980).

- *Cupressus chengiana* subsp. *jiangensis* (N.Zhao) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 58 (2005).

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera.

4.1.9.5. *Cupressus duclouxiana* Hickel

Información general y distribución geográfica

Ciprés Asiático, Ciprés del Himalaya o Gan Xiang Bai. Se distribuye en China en las provincias de Sichuan, Yunnan y Xizang (Tíbet), en altitudes que oscilan entre 1.900 y 3.300 m (Farjon, 2005).

De crecimiento lento esta especie se encuentra dispersa en las profundas gargantas de los grandes ríos. Algunas poblaciones se encuentran protegidas por la tradición budista local, como árboles o arboledas sagradas, pero no poseen mayor protección frente a la tala y recolección de leña. Algunas normas y leyes de gobierno chino, implantadas desde 1998, facilitan la protección de esta especie.

Su madera tiene un gran valor a nivel local y regional, semejante a la madera de *Taiwania*. Se emplea en las mismas situaciones que *C. funebris*.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Cupressus duclouxiana* Hickel in A.A.Camus, Cyprés: 91 (1914).
 - Sinónimo taxonómico:
 - *Cupressus duclouxiana* subsp. *likiangensis* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 15: 8 (2008).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados por su color. Albura de color amarillo claro y duramen marrón rojizo o marrón amarillento (Esteban *et al.* 1991; Jiang *et al.* 2010). Olor característico que persiste después de seca (Esteban *et al.* 1991; Jiang *et al.* 2010). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010; Heinz 2004), de transición gradual (Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.**- Las punteaduras areoladas se presentan en la pared radial de manera uniseriada (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). La presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociada a la madera tardía, ha sido citada por varios autores (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). No se ha citado la presencia de depósitos, verrugosidades o engrosamientos. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), ocasionalmente tangencial (Heinz 2004). Las paredes transversales son lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010; Heinz 2004), ligeramente noduladas de manera ocasional (Jiang *et al.* 2010; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha citado la presencia ocasional de traqueidas radiales (Heinz 2004). Paredes horizontales lisas y también punteadas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010; Heinz 2004). Paredes finales lisas y también noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010; Heinz 2004). Presencia de hendiduras claramente visibles (Esteban *et al.* 2002, 2004) o ausentes (Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresioide,

frecuentemente entre 2 y 3 punteaduras por campo, llegando hasta 5 (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente parcialmente biseriados, de altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones mieraes.**- No se han descrito.

4.1.9.6. *Cupressus dupreziana* A. Camus

Información general y distribución geográfica

Cypres de Duprez o Tarout. La variedad *atlantica* se conoce como Azel, Cypress de l'Atlas o Moroccan Cypress y la variedad *dupreziana* como Saharan cypress. Se distribuye en el norte de África, la variedad *atlantica* en Marruecos ocupando una superficie aproximada de 40 km² y la variedad *dupreziana* en Algeria, con un área de ocupación inferior a los 500 km². En altitudes que oscilan entre 900 y 2.220 m (Farjon, 2005).

A pesar de las distintas medidas implantadas en las poblaciones de Algeria y Marruecos, no son suficientes para preservar la especie.

Su madera se emplea ilegalmente como leña.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Cupressus dupreziana* A.Camus, Bull. Mus. Natl. Hist. Nat. 32: 101 (1926).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus sempervirens* var. *dupreziana* (A.Camus) Silba, Phytologia 49: 398 (1981).
 - *Tassilicyparis dupreziana* (A.Camus) A.V.Bobrov & Melikyan, Komarovia 4: 72 (2006).
 - Sinónimos taxonómicos
 - *Cupressus lereddei* Gaussen, Monde Pl. 45: 55 (1950).
 - *Cupressus dupreziana* subsp. *lereddei* (Gaussen) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 16: 60 (2009).
- ✓ ***Cupressus dupreziana* var. *atlantica* (Gaussen) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 5: 29 (1998).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus atlantica* Gaussen, Monde Pl. 45: 55 (1950).
 - *Cupressus sempervirens* var. *atlantica* (Gaussen) Silba, Phytologia 49: 398 (1981).
 - *Cupressus dupreziana* subsp. *atlantica* (Gaussen) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 64 (2005).
- ✓ ***Cupressus dupreziana* var. *dupreziana*.**
 - No tiene sinónimos

Propiedades físicas

No se ha encontrado literatura que cite las propiedades físicas de esta especie.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Greguss 1972; Neumann *et al.* 2001; Heinz 2004), ocasionalmente poco o nada diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004), de transición gradual

(Neumann *et al.* 2001). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen de manera uniseriada, ocasionalmente biseriadas (Greguss 1972; Neumann *et al.* 2001). La presencia de punteaduras en la pared tangencial, concentrada en la madera tardía, ha sido citada por varios autores (Greguss 1972; Neumann *et al.* 2001; Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales de esta madera. Willebrand (1995) describe muescas en el borde de las punteaduras. Se ha citado la presencia de engrosamientos helicoidales (Heinz 2004). No se han descrito verrugosidades. **Parénquima axial.**- Ausente o escaso, de distribución difusa y terminal (Greguss 1972). Paredes trasnversales lisas (Greguss 1972; Neumann *et al.* 2001; Esteban *et al.* 2002, 2004) y ligeramente noduladas (Greguss 1972; Neumann *et al.* 2001; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha descrito la presencia ocasional de traqueidas radiales (Heinz 2004). Paredes horizontales y finales lisas (Greguss 1972; Neumann *et al.* 2001; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), ocasionalmente paredes horizontales también punteadas (Greguss 1972). Con hendiduras (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004). Campo de cruce tipo cupresoide, frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Greguss 1972; Neumann *et al.* 2001; Esteban *et al.* 2002, 2004). Radios exclusivamente uniseriados (Esteban *et al.* 2002, 2004), ocasionalmente biseriados (Neumann *et al.* 2001), de alturas comprendidas entre 1 y 15 células (Greguss 1972; Neumann *et al.* 2001; Esteban *et al.* 2002, 2004). **Canales resiníferos.**- No se han definido. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.9.7. *Cupressus funebris* Endl.

Información general y distribución geográfica

Bai Mu, Chinese Weeping Cypress, Ciprés asiático o Funeral Cypress. Se distribuye en China , en las provincias de Gansu, Hubei, Hunnan, Shaanxi y Sichuan, siendo ampliamente cultivada en el centro y sur de China. Presente en altitudes que oscilan entre 300 y 2.260 m (Farjon, 2005).

Se emplea de manera ornamental en cementerios. Su madera posee un considerable valor por su durabilidad. Usada en construcción, carpintería y ebanistería, además ha sido muy empleada en reforestación.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Cupressus funebris* Endl., Syn. Conif.: 58 (1847).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Chamaecyparis funebris* (Endl.) Franco, Agros (Lisbon) 24: 93 (1941).
 - *Platycyparis funebris* (Endl.) A.V.Bobrov & Melikyan, Komarovia 4: 73 (2006).
 - *Callitropsis funebris* (Endl.) de Laub. & Husby, Novon 22: 12 (2012).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Cupressus pendula* Abel in G.L.Staunton, Embassy China 2: 525 (1798), nom. illeg.
 - *Juniperus quaternata* Miq., Cat. Hort. Amstelod.: 20 (1857).
 - *Cupressus funebris* var. *gracilis* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2, 1: 162 (1867).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados por su color, con un tono marrón rojizo o marrón amarillento el duramen y una albura de color crema o blanco amarillenta (Gamble 1902; Mahmood y Athar 1997; Jiang *et al.* 2010), con algunas estriaciones más oscuras (Mahmood y Athar 1997). De manera excepcional Tang (1933) define esta especie con un duramen naranja amarillento con un tinte rojizo frente a una albura amarilla rojiza. Olor característico y duradero (Tang 1933; Esteban *et al.* 1991; Mahmood y Athar 1997; Jiang *et al.* 2010), empleándose sus aceites esenciales en muchas fragancias (Anderson 1995). Sabor característico (Mahmood y Athar 1997; Jiang *et al.* 2010).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Tang 1933; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), de transición gradual (Tang 1933) o abrupta (Mahmood y Athar 1997; Jiang *et al.* 2010). Ocasionalmente se presentan falsos anillos de crecimiento (Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), ocasionalmente redondeado dando lugar a la presencia de espacios intercelulares (Tang 1933; Mahmood y Athar 1997; Jiang *et al.* 2010). Las punteaduras radiales se disponen de manera exclusivamente uniseriada (Tang 1933; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). La presencia de punteaduras en la pared tangencial se encuentra concentrada en la madera tardía (Tang 1933; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Toro definido (De Magistris 1997). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales de esta madera. De Magistris (1997) describe la presencia de verrugosidades, trabéculas y crásulas. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Tang 1933; De Magistris 1997; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010) y también tangencial (Mahmood y Athar 1997; Jiang *et al.* 2010; Heinz 2004). Paredes transversales lisas o ligeramente noduladas (Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, con presencia ocasional de traqueidas radiales (De Magistris 1997; Jiang *et al.* 2010). Paredes horizontales punteadas y paredes finales noduladas (De Magistris 1997; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010; Heinz 2004). Hendiduras presentes de manera ocasional (Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoide, entre 1 y 4 punteaduras por campo (Tang 1933; De Magistris 1997; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Radios casi exclusivamente uniseriados, de altura comprendida entre 1 y 15 células (Tang 1933; De Magistris 1997; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), llegando hasta 30 (De Magistris 1997; Jiang *et al.* 2010). **Canales resiníferos.**- Se ha descrito la presencia ocasional de canales resiníferos (Gamble 1902). **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.9.8. *Cupressus goveniana* Gordon

Información general y distribución geográfica

Dwarf Cypress, Gowen Cypress, Mendocino Cypress, North Coast Cypress o Pygmy Cypress. Se distribuye en California (Estados Unidos), en altitudes que oscilan desde el nivel del mar hasta 1.200 m (Farjon, 2005). El área de ocupación de esta especie está estimada en 180 Km², con una gran fragmentación entre sus poblaciones, con menos de 16 Km² para la variedad *abramsiana*.

La variedad *abramsiana* se encuentra catalogada como CR (en peligro crítico). Como acciones de conservación algunas partes de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

No se conocen usos de su madera. Ha sido ampliamente cultivada al noroeste de Europa, habiendo sido introducida en Inglaterra en 1848.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Cupressus goveniana* Gordon, J. Hort. Soc. London 4: 295 (1849).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Callitropsis goveniana* (Gordon) D.P.Little, Syst. Bot. 31: 473 (2006).
 - *Hesperocyparis goveniana* (Gordon) Bartel, Phytologia 91: 181 (2009).
 - *Neocupressus goveniana* (Gordon) de Laub., Novon 19: 303 (2009).
- ✓ ***Cupressus goveniana* var. *abramsiana* (C.B.Wolf) Little, Phytologia 20: 435 (1970).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus abramsiana* C.B.Wolf, Aliso 1: 215 (1948).
 - *Cupressus goveniana* subsp. *abramsiana* (C.B.Wolf) A.E.Murray, Kalmia 12: 19 (1982).
 - *Callitropsis abramsiana* (C.B.Wolf) D.P.Little, Syst. Bot. 31: 473 (2006).
 - *Hesperocyparis abramsiana* (C.B.Wolf) Bartel, Phytologia 91: 180 (2009).
 - *Neocupressus goveniana* var. *abramsiana* (C.B.Wolf) de Laub., Novon 19: 303 (2009).
 - *Hesperocyparis goveniana* var. *abramsiana* (C.B.Wolf) de Laub., Novon 22: 13 (2012).
 - Sinónimos taxonómicos
 - *Cupressus abramsiana* subsp. *butanoensis* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 10: 34 (2003).
 - *Cupressus abramsiana* subsp. *locatellii* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 10: 32 (2003).
 - *Cupressus abramsiana* subsp. *neolomondensis* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 10: 33 (2003).
 - *Cupressus abramsiana* subsp. *opleri* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 10: 33 (2003).
 - *Hesperocyparis abramsiana* var. *butanoensis* (Silba) Bartel & R.P.Adams, Phytologia 91: 296 (2009).
- ✓ ***Cupressus goveniana* var. *goveniana*.**
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Cupressus californica* Carrière, Traité Gén. Conif.: 127 (1855).
 - *Juniperus aromatica* Carrière, Traité Gén. Conif.: 127 (1855).
 - *Cupressus aromatica* Gordon, Pinetum: 56 (1858)Provisional synonym.
 - *Cupressus attenuata* Gordon, Pinetum: 57 (1858).
 - *Cupressus cornuta* Carrière, Rev. Hort. (Paris) 38: 251 (1866).
 - *Cupressus goveniana* var. *attenuata* (Gordon) Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 172 (1867).
 - *Cupressus goveniana* var. *cornuta* (Carrière) Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 171 (1867).

- *Cupressus goveniana* var. *glauca* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 171 (1867).
- *Cupressus goveniana* var. *gracilis* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 171 (1867).
- *Cupressus goveniana* var. *huberiana* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 170 (1867).
- *Cupressus goveniana* var. *viridis* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 172 (1867).
- *Cupressus bourgeauii* Gordon, Pinetum, ed. 2: 79 (1875).
- *Cupressus goveniana* var. *parva* Lemmon, Sierra Club Bull. 4: 116 (1902).
- *Cupressus goveniana* var. *pendula* A.Henry in H.J.Elwes & A.Henry, Trees Great Britain: 1172 (1910).
- *Cupressus goveniana* subsp. *gibsonensis* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 10: 31 (2003).
- *Cupressus silbae* B.Huang bis, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 15: 10 (2008).
- ✓ ***Cupressus goveniana* var. *pigmaea* Lemmon, Cone-bear. Trees Pacif. Slope, ed. 3: 77 (1895).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus pigmaea* (Lemmon) Sarg., Bot. Gaz. 31: 239 (1901).
 - *Cupressus goveniana* subsp. *pigmaea* (Lemmon) Bartel, Phytologia 70: 230 (1991).
 - *Callitropsis pigmaea* (Lemmon) D.P.Little, Syst. Bot. 31: 474 (2006).
 - *Hesperocyparis pigmaea* (Lemmon) Bartel, Phytologia 91: 182 (2009).
 - *Neocupressus goveniana* var. *pigmaea* (Lemmon) de Laub., Novon 19: 303 (2009).
 - *Hesperocyparis goveniana* var. *pigmaea* (Lemmon) de Laub., Novon 22: 13 (2012).

Propiedades físicas

Albura de color blanquecino, claramente diferenciado del color marrón claro del duramen (Sargent 1885; Wolf y Wagener 1948). Carente de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Sargent 1885; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), de transición gradual (Penhallow 1907). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). En la variedad *govéniana* se han descrito la presencia de espacios intercelulares (Esteban *et al.* 2000). Las punteaduras areoladas se disponen de manera uniseriada y en la pared tangencial asociadas a la madera tardía (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). No se han citado depósitos ni verrugosidades. Se ha citado la presencia de engrosamientos helicoidales (Heinz 2004). Gerry (1910) describe la presencia de barras de Sanio. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), tangencial (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000; Heinz 2004) y terminal (Esteban *et al.* 2000). Paredes transversales lisas y noduladas (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). **Radiales leñosos.-** Homogéneos, aunque se ha descrito la presencia de traqueidas radiales (Holden 1913; Heinz 2004). Paredes horizontales punteadas (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002,

2004), ocasionalmente lisas (Esteban *et al.* 2000; Heinz 2004), siendo las paredes finales noduladas (IAWA Committee 2004), aunque también se han descrito como lisas (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Con hendiduras (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresoide, frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Radios casi exclusivamente uniseriados, salvo en algunas situaciones donde se citan parcialmente biseriados (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), y superiores, de 16 a 30 células (Esteban *et al.* 2000). **Canales resiníferos.**- No se han definido. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.9.9. *Cupressus guadalupensis* S. Watson

Información general y distribución geográfica

Conocida su variedad *forbesii* como Tecate Cypress o Forbes Cypress, y su variedad *guadalupensis* Guadalupe Cypress. Se distribuye desde México, Baja California y la isla de Guadalupe, hasta California (Estados Unidos), en altitudes que oscilan entre el nivel del mar y 1.400 m (Farjon, 2005).

No se conocen usos para esta especie.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Cupressus guadalupensis* S.Watson, Proc. Amer. Acad. Arts 14: 300 (1879).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus macrocarpa* var. *guadalupensis* (S.Watson) Mast., J. Linn. Soc., Bot. 31: 343 (1896).
 - *Callitropsis guadalupensis* (S.Watson) D.P.Little, Syst. Bot. 31: 473 (2006).
 - *Hesperocyparis guadalupensis* (S.Watson) Bartel, Phytologia 91: 181 (2009).
 - *Neocupressus guadalupensis* (S.Watson) de Laub., Novon 19: 303 (2009).
- ✓ ***Cupressus guadalupensis* var. *forbesii* (Jeps.) Little, Phytologia 20: 435 (1970).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus forbesii* Jeps., Madroño 1: 75 (1922).
 - *Cupressus guadalupensis* subsp. *forbesii* (Jeps.) R.M.Beauch., Aliso 9: 191 (1978).
 - *Callitropsis forbesii* (Jeps.) D.P.Little, Syst. Bot. 31: 473 (2006).
 - *Hesperocyparis forbesii* (Jeps.) Bartel, Phytologia 91: 181 (2009).
 - *Neocupressus guadalupensis* var. *forbesii* (Jeps.) de Laub., Novon 19: 303 (2009).
- ✓ ***Cupressus guadalupensis* var. *guadalupensis*.**
 - No tiene sinónimos

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono amarillo claro para la albura y un color gris para el duramen (Sargent 1885). Carente de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). No se define tipo de transición. **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras presentes en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos ni verrugosidades. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Greguss 1972), tangencial y terminal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Paredes transversales lisas (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004) e irregulares (Greguss 1972; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, con presencia ocasional de traqueidas radiales (Holden 1913). Paredes horizontales lisas y las paredes finales noduladas, con hendiduras de manera ocasional (Esteban *et al.* 2002, 2004). En la variedad *forbesii* se describen paredes horizontales punteadas y las axiales lisas, así como la presencia de hendiduras marcadas (Greguss 1972). Punteaduras tipo cupresoide, frecuentemente entre entre 1 y 2 punteaduras por campo pudiendo llegar hasta 4 (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004). Radios exclusivamente uniseriados, de altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2002, 2004). **Canales resiníferos.**- No se han definido. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.9.10. *Cupressus lusitanica* Mill.

Información general y distribución geográfica

Cedar of Goa, Cedro, Cedro Blanco, Cedro Blanco del Desierto, Ciprés, Ciprés Mejicano o Mexican Cypress. Se distribuye entre México, Guatemala, Belice, Honduras, El Salvador y Nicaragua, en altitudes que oscilan entre 1.500 y 3.500 m de altitud (Farjon, 2005).

Muchas áreas protegidas cubren parte de sus poblaciones.

Su madera es valorada pero no extensamente empleada en su región de procedencia. Plantada e introducida en muchos otros países de América del Sur y el este de África.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Cupressus lusitanica* Mill., Gard. Dict. ed. 8: n.º 3 (1768).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus lusitanica* var. *typica* Franco, Agros (Lisbon) 28: 23 (1945), nom. inval.
 - *Callitropsis lusitanica* (Mill.) D.P.Little, Syst. Bot. 31: 474 (2006).
 - *Hesperocyparis lusitanica* (Mill.) Bartel, Phytologia 91: 181 (2009).
 - *Neocupressus lusitanica* (Mill.) de Laub., Novon 19: 304 (2009).
- ✓ ***Cupressus lusitanica* var. *benthamii* (Endl.) Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 155 (1867).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus benthamii* Endl., Syn. Conif.: 59 (1847).
 - *Cupressus lusitanica* subsp. *benthamii* (Endl.) Franco, Agros (Lisbon) 28: 24 (1945).
 - *Cupressus lindleyi* subsp. *benthamii* (Endl.) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 81 (2005).

- *Callitropsis benthamii* (Endl.) D.P.Little, Syst. Bot. 31: 473 (2006).
- *Hesperocyparis benthamii* (Endl.) Bartel, Phytologia 91: 181 (2009).
- Sinónimos taxonómicos
 - *Cupressus ehrenbergii* Kunze, Linnaea 20: 16 (1847).
 - *Cupressus knightiana* Perry ex Gordon, Pinetum: 61 (1858).
 - *Cupressus benthamii* var. *knightiana* (Perry ex Gordon) Mast., J. Linn. Soc., Bot. 31: 340 (1896).
 - *Cupressus lusitanica* var. *knightiana* (Perry ex Gordon) Rehder, J. Arnold Arbor. 1: 52 (1919).
- ✓ ***Cupressus lusitanica* var. *lusitanica*.**
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Cupressus pendula* L'Hér., Stirp. Nov.: 15 (1785), nom. illeg.
 - *Cupressus glauca* Lam., Encycl. 2: 243 (1786).
 - *Cupressus coulteri* J.Forbes, Pinet. Woburn.: 190 (1839).
 - *Cupressus thurifera* Lindl., Edwards's Bot. Reg. 25(Misc.): 64 (1839).
 - *Cupressus glauca* var. *tristis* Endl., Syn. Conif.: 58 (1847).
 - *Cupressus lindleyi* Klotzsch ex Endl., Syn. Conif.: 59 (1847).
 - *Juniperus uhdeana* Gordon, J. Hort. Soc. London 5: 206 (1850).
 - *Cupressus excelsa* J.Scott ex Carrière, Traité Gén. Conif.: 128 (1855).
 - *Cupressus lusitanica* var. *tristis* (Endl.) Carrière, Traité Gén. Conif.: 119 (1855).
 - *Cupressus uhdeana* Gordon ex Carrière, Traité Gén. Conif.: 129 (1855).
 - *Cupressus karwinskiana* Regel, Gartenflora 6: 346 (1857).
 - *Cupressus sinensis* J.Lee ex Gord., Pinetum: 63 (1858).
 - *Cupressus lusitanica* var. *lindleyi* (Klotzsch ex Endl.) Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2, 1: 156 (1867).
 - *Cupressus lusitanica* var. *uhdeana* (Gordon ex Carrière) Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2, 1: 155 (1867).
 - *Cupressus mexicana* K.Koch, Dendrologie 2: 159 (1873).
 - *Cupressus benthamii* var. *lindleyi* (Klotzsch ex Endl.) Mast., J. Linn. Soc., Bot. 31: 339 (1896).
 - *Cupressus lusitanica* var. *glauca* A.Henry in H.J.Elwes & A.Henry, Trees Great Britain 5: 1178 (1910).
 - *Cupressus lusitanica* var. *skinneri* (J.Scott ex Carrière) A.Henry in H.J.Elwes & A.Henry, Trees Great Britain 5: 1177 (1910).
 - *Cupressus lusitanica glauca-pendula* Hillier, Cat. 36T: 10 (1925).
 - *Cupressus lusitanica* var. *chlorocarpa* Franco, Agros (Lisbon) 28: 23 (1945).
 - *Cupressus lusitanica* var. *communis* Franco, Agros (Lisbon) 28: 24 (1945).
 - *Cupressus lusitanica* var. *epuinosa* Franco, Agros (Lisbon) 28: 24 (1945).
 - *Cupressus lusitanica* subsp. *genuina* Franco, Agros (Lisbon) 28: 23 (1945).
 - *Cupressus lusitanica* f. *vulgaris* Franco, Agros (Lisbon) 28: 23 (1945).
 - *Cupressus lusitanica* subsp. *mexicana* (K.Koch) Maire, Fl. Afrique N. 1: 124 (1952).
 - *Cupressus lusitanica* var. *hondurensis* Silba, Phytologia 68: 30 (1990).

- *Cupressus lindleyi* var. *hondurensis* (Silba) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 1: 26 (1994).
- *Cupressus lindleyi* subsp. *hondurensis* (Silba) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 82 (2005).
- *Hesperocyparis lindleyi* (Klotzsch ex Endl.) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 16: 67 (2009).
- *Hesperocyparis lindleyi* subsp. *hondurensis* (Silba) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 16: 67 (2009).
- *Neocupressus lusitanica* var. *lindleyi* (Klotzsch ex Endl.) de Laub., Novon 19: 304 (2009).
- *Hesperocyparis lusitanica* var. *lindleyi* (Klotzsch ex Endl.) de Laub., Novon 22: 13 (2012).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un color marrón que varía desde una tonalidad amarillenta hasta una tonalidad rosada el duramen y la albura de color amarillento más claro (Huerta Crespo 1978; Berni *et al.* 1979; Chudnoff 1984; Lincoln 1986; Wiemann 1987; Carvalho 1996; Bergman *et al.* 2010), aunque Carvalho (1996) considera que no existe diferenciación clara entre albura y duramen. Presencia de bandas coloreadas de color marrón claro o rosadas (Chudnoff 1984; Lincoln 1986; Bergman *et al.* 2010). Olor agradable (Huerta Crespo 1978; Berni *et al.* 1979; Chudnoff 1984; Lincoln 1986; Wiemann 1987; Esteban *et al.* 1991; Blanco *et al.* 2005; Bergman *et al.* 2010). Sabor característico (Huerta Crespo 1978).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Poco diferenciados (Huerta Crespo 1978; Berni *et al.* 1979; Barefoot y Hankins 1982; Lincoln 1986; Esteban *et al.* 2004; Heinz 2004), o diferenciados (Wiemann 1987; Carvalho 1996; De Magistris 1997), de transición gradual (Huerta Crespo 1978; Carvalho 1996). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal o redondeado, dando lugar a espacios intercelulares (Huerta Crespo 1978; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente uniseriadas y en la pared tangencial asociadas a la madera tardía (Huerta Crespo 1978; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2004). Se ha citado la presencia de depósitos resinosos (Blanco *et al.* 2005). No se ha citado la presencia de verrugosidades y engrosamientos. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa y también tangencial (Huerta Crespo 1978; Berni *et al.* 1979; Carvalho 1996; De Magistris 1997; Blanco *et al.* 2005; Esteban *et al.* 2004; Heinz 2004). Paredes transversales noduladas (Huerta Crespo 1978; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2004; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, con presencia ocasional de traqueidas radiales (De Magistris 1997; Heinz 2004). Paredes horizontales y finales lisas (Huerta Crespo 1978; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2004; Heinz 2004). En las variedades *lusitanica* y *benthamii* se han descrito las paredes horizontales como punteadas y las finales noduladas (De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2004), así como la presencia de hendiduras en la variedad *lusitanica* (Esteban *et al.* 2004). Punteaduras tipo cupresóide, frecuentemente entre 1 y 4 punteaduras por campo (Huerta Crespo 1978; Carvalho 1996; De Magistris 1997). Radiales casi exclusivamente uniseriados, salvo en algunos casos donde se citan parcialmente biseriados (Huerta Crespo 1978; Wiemann 1987; Carvalho 1996; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2004; Blanco *et al.* 2005), de altura comprendida entre 1 y 15 células (Carvalho 1996; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2004), con

un máximo de 24 células (Huerta Crespo 1978; Carvalho 1996; De Magistris 1997). **Canales resiníferos.**- No se han definido. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.9.11. *Cupressus macnabiana* A.Murray

Información general y distribución geográfica

Conocida como MacNab Cypress, Shasta Cypress, Fragrant Cypress o White Cedar. Se distribuye en California (Estados Unidos), en altitudes comprendidas entre 300 y 1.200 m (Farjon, 2005).

Varias de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

No se conocen usos para esta especie.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Cupressus macnabiana* A.Murray, Edinburgh New Philos. J., n.s., 1: 293 (1855).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Callitropsis macnabiana* (A.Murray) D.P.Little, Syst. Bot. 31: 474 (2006).
 - *Hesperocyparis macnabiana* (A.Murray) Bartel, Phytologia 91: 182 (2009).
 - *Neocupressus macnabiana* (A.Murray) de Laub., Novon 19: 304 (2009).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Cupressus glandulosa* Hook. ex Gord., Pinetum: 64 (1858).
 - *Juniperus macnabiana* Lawson ex Gordon, Pinetum: 64 (1858), nom. inval.
 - *Cupressus nabiana* Mast., Gard. Chron., ser. 3, 9: 403 (1891).

Propiedades físicas

Wolf y Wagener (1948) definen un color marrón para esta madera. Carente de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), de transición gradual (Penhallow 1907). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen de manera uniseriada (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Punteaduras en la pared tangencial, asociada a la madera tardía (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). No se han descrito depósitos, engrosamientos o verrugosidades. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa y tangencial (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Paredes transversales lisas y también noduladas (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha descrito la presencia ocasional de traqueidas radiales (Penhallow 1907; Holden 1913; Heinz 2004). Paredes horizontales punteadas (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), paredes finales lisas y también noduladas (Penhallow 1907; Jones 1924; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). Con hendiduras (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresoide, frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Radios exclusivamente uniseriados (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), de altura

comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). *Canales resiníferos*.- No se han definido. *Inclusiones minerales*.- No se han descrito.

4.1.9.12. *Cupressus macrocarpa* Hartw.

Información general y distribución geográfica

Cyprès de Arizona, Ciprés de California, Ciprés de Lambert, Ciprés de Monterrey, Cyprès de Monterrey, Cyprès à Gros Fruit, Monterey Cypress, Monterrey Zypresse o Groubfuchtige Zypresse. Se distribuye en California (Estados Unidos), en altitudes que oscilan entre 10 y 30 m de altitud, es una especie propiamente costera.

Plantada como árbol ornamental y de protección en áreas agrícolas por su resistencia al viento y tolerancia a los ambientes salinos.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Cupressus macrocarpa* Hartw., J. Hort. Soc. London 2: 187 (1847).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Callitropsis macrocarpa* (Hartw.) D.P.Little, Syst. Bot. 31: 474 (2006).
 - *Hesperocyparis macrocarpa* (Hartw.) Bartel, Phytologia 91: 182 (2009).
 - *Neocupressus macrocarpa* (Hartw.) de Laub., Novon 19: 304 (2009).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Cupressus hartwegii* Carrière, Rev. Hort. (Paris), sér. 4, 4: 233 (1855).
 - *Cupressus lambertiana* Carrière, Traité Gén. Conif.: 124 (1855).
 - *Cupressus lambertiana* var. *fastigiata* Carrière, Traité Gén. Conif.: 124 (1855).
 - *Cupressus macrocarpa variegata* Van Geert, Nursery Cat. (Auguste Van Geert) 63: 10 (1868).
 - *Cupressus macrocarpa* var. *crippsii* R.Sm., Pl. Fir Tribe: 16 (1874).
 - *Cupressus macrocarpa* var. *fastigiata* (Carrière) auct., Garden (London 1871-1927) 5: 253 (1874).
 - *Cupressus macrocarpa* var. *lambertiana* (Carrière) auct., Garden (London 1871-1927) 5: 253 (1874).
 - *Cupressus reinwardtii* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 103 (1891).
 - *Cupressus macrocarpa* var. *farallonensis* Mast., J. Linn. Soc., Bot. 31: 344 (1896).
 - *Cupressus macrocarpa* var. *lutea* Webster, Hardy Conif. Trees: 43 (1896).
 - *Cupressus macrocarpa* var. *angulata* Lemmon, Sierra Club Bull. 4: 115 (1902).
 - *Cupressus macrocarpa* f. *pygmaea* A.B.Jacks., Gard. Chron., ser. 3, 103: 267 (1938).
 - *Cupressus macrocarpa* f. *crippsii* (R.Sm.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 49 (1949).
 - *Cupressus macrocarpa* f. *fastigiata* (Carrière) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 49 (1949).
 - *Cupressus macrocarpa* f. *lutea* (Webster) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 49 (1949).

- *Cupressus macrocarpa* subsp. *lobosensis* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 10: 30 (2003).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, aunque no siempre es visible (Collardet y Besset 1992; Carvalho 1996). Duramen de color más oscuro, entre marrón rosado y marrón rojizo, y la albura de color amarillento (Sargent 1885; Lincoln 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991; Collardet y Besset 1992; Carvalho 1996), aunque Ruiz y Ceballos (1979) la describe simplemente como de color blanco y Wolf y Wagener (1948) entre marrón claro y marrón amarillento. Presencia de bandas coloreadas de color rojo y amarillo (Sargent 1885). Olor característico a cedro, que persiste después de seca (Sargent 1885; Gaussen 1968; Lincoln 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991, 2000). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Poco o nada diferenciados (Penhallow 1907; Jones 1913a, 1924; Lincoln 1986; De y Datta 1987; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004), o diferenciados (Penhallow 1907; Esteban y Guindeo 1988; Carvalho 1996; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 1991, 2000; Heinz 2004), de transición gradual (Penhallow 1907; Carvalho 1996), Presencia ocasional de falsos anillos de crecimiento (Esteban *et al.* 1991). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Penhallow 1907; De y Datta 1987; Esteban y Guindeo 1988; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004), ocasionalmente redondeados (Penhallow 1907; Jones 1913a; De y Datta 1987; Esteban y Guindeo 1988), dando lugar a la presencia de espacios intercelulares (Butterfield y Meylan 1980; Esteban y Guindeo 1988; Carvalho 1996). Las punteaduras areoladas se disponen generalmente de manera uniseriada (Jacquot 1955; De y Datta 1987; Esteban y Guindeo 1988; Carvalho 1996; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004), aunque se citan biseriadas de manera ocasional, generalmente en la madera de primer crecimiento (De y Datta 1987; Penhallow 1907; De Magistris 1997). Punteaduras en la pared tangencial presentes, asociada a la madera tardía (Penhallow 1907; Jacquot 1955; De y Datta 1987; Esteban y Guindeo 1988; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004). Toro definido descrito como irregular (De y Datta 1987). No se han descrito depósitos, verrugosidades ni engrosamientos. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa y tangencial (Penhallow 1907; Jacquot 1955; Peraza 1964; De y Datta 1987; Esteban y Guindeo 1988; Peraza *et al.* 1993; Carvalho 1996; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2000, 2003, 2004; Heinz 2004), ocasionalmente también terminal (Esteban *et al.* 2000, 2003, 2004). Paredes transversales lisas (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004), y también noduladas (Jacquot 1955; Peraza 1964; Peraza *et al.* 1993; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; IAWA Committee 2004; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, con presencia ocasional de traqueidas radiales (Jones 1913a; Holden 1913; Esteban y Guindeo 1988; De Magistris 1997; Heinz 2004). Paredes horizontales lisas (Penhallow 1907; De y Datta 1987; Heinz 2004) y punteadas (Jones 1913a; Jacquot 1955; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004). Paredes finales lisas (Jacquot 1955; De y Datta 1987; Esteban *et al.* 2002, 2003; Heinz 2004) y noduladas (Penhallow 1907; Jones 1913a; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004). Con hendiduras (Jacquot 1955; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004). Punteaduras tipo cupresoides, frecuentemente entre 1 y 3 punteaduras por campo (Jacquot 1955; Esteban y Guindeo 1988; Carvalho 1996; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004). Radiales casi exclusivamente uniseriados, salvo en algunos casos donde se citan parcialmente biseriados (Penhallow 1907; Jacquot 1955; De y Datta 1987; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002,

2003, 2004; IAWA Committee 2004). De altura comprendida entre 1 y 30 células (Carvalho 1996; De Magistris 1997), aunque generalmente no llegan a 20 (Penhallow 1907; Jones 1913a; Jacquot 1955; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2004). **Canales resiníferos.**- De y Datta (1987) definen para esta especie la presencia de canales resiníferos horizontales. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.9.13. *Cupressus sargentii* Jeps.

Información general y distribución geográfica

Sargent Cypress. Se distribuye en California (Estados Unidos), en altitudes que oscilan entre 60 y 915 m (Farjon, 2005).

Las acciones de conservación se restringen a su presencia en zonas protegidas y a la gestión del fuego.

No se reconocen usos actuales para esta especie, antiguamente se empleaban como postes o como leña en los hornos de mercurio.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Cupressus sargentii* Jeps., Fl. Calif. 1: 61 (1909).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Callitropsis sargentii* (Jeps.) D.P.Little, Syst. Bot. 31: 474 (2006).
 - *Hesperocyparis sargentii* (Jeps.) Bartel, Phytologia 91: 183 (2009).
 - *Neocupressus sargentii* (Jeps.) de Laub., Novon 19: 304 (2009).
 - Sinónimo taxonómico:
 - *Cupressus sargentii* var. *duttonii* Jeps., Trees Calif., ed. 2, 2: 200 (1923).

Propiedades físicas

Madera con albura blanquecina (Gaussen 1968).

Anatomía de la madera. Revisión

En el estudio de Heinz (2004) se describen anillos de crecimiento diferenciados, parénquima axial tangencial con paredes transversales tanto lisas como irregulares y noduladas. Radios leñosos con traqueidas radiales, paredes finales tanto lisas como noduladas y paredes horizontales punteadas, punteaduras del campo de cruce tipo cupresóide.

4.1.9.14. *Cupressus sempervirens* L.

Información general y distribución geográfica

Arcipresso, Ciprés, Ciprés Común, Cipresso, Cipresso Commune, Cipresso Sempreverde, Cyprés Pyramidal, Common Cypress, Echte Zypresse, Funeral Cypress, Gemeine Zypresse, Italian Cuipress, Mediterranean Cypress, Nekosta, Xprar o Zypresse Cipreste. Presenta una distribución propiamente mediterránea, entre Creta, Chipre, Grecia y las islas del Egeo, y en el norte de África en Libia y en el oeste de Asia en Irán, Israel, Jordania, Líbano, Siria y Turquía. No es autóctono en España pero se han realizado varias repoblaciones con él, principalmente en la zona levantina y en casi todas las provincias de manera ornamental. Se encuentra en altitudes comprendidas entre 90 y 1.700 m de altitud (Farjon, 2005).

Madera valorada por la resistencia al agua y los insectos, empleada como apoyos para la vid y en trabajos de ebanistería fina. Las referencias sobre la durabilidad de su madera son abundantes, entre ellas destaca que una de las puertas de Constantinopla, construida en tiempos del emperador Constantio, se conservaba en perfectas condiciones en tiempos de Eugenio V, es decir, tras un periodo de mil cien años (Peraza 1964), y es todavía es patente en la conservación de los ataúdes egipcios.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ ***Cupressus sempervirens* L., Sp. Pl.: 1002 (1753).**

- Sinónimo nomenclatural:
 - *Cupressus elongata* Salisb., Prodr. Stirp. Chap. Allerton: 397 (1796), nom. superfl.
- Sinónimos taxonómicos:
 - *Cupressus foemina* Garsault, Fig. Pl. Méd.: t. 240 (1764), opus utique oppr.
 - *Cupressus mas* Garsault, Fig. Pl. Méd.: t. 240 (1764), opus utique oppr.
 - *Cupressus horizontalis* Mill., Gard. Dict. ed. 8: n.º 2 (1768).
 - *Cupressus sempervirens* var. *stricta* Aiton, Hort. Kew. 3: 372 (1789).
 - *Cupressus lugubris* Salisb., Prodr. Stirp. Chap. Allerton: 397 (1796).
 - *Cupressus patula* Pers., Syn. Pl. 2: 580 (1807).
 - *Cupressus pyramidalis* O.Targ.Tozz., Ann. Mus. Imp. Fis. Firenze, reimpr. 3-5: 73 (1810).
 - *Cupressus fastigiata* DC. in J.B.A.M.de Lamarck & A.P.de Candolle, Fl. Franç., ed. 3, 5: 336 (1815).
 - *Cupressus conoidea* Spadoni, Xilolog. Picena 1: 189 (1826).
 - *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis* (Mill.) Loudon, Hort. Brit.: 38 (1830).
 - *Cupressus expansa* Targ.Tozz. ex Steud., Nomencl. Bot., ed. 2, 1: 455 (1840).
 - *Cupressus horizontalis* var. *pendula* Endl., Syn. Conif.: 56 (1847).
 - *Cupressus roylei* Carrière, Traité Gén. Conif.: 128 (1855).
 - *Cupressus tournefortii* Audib. ex Carrière, Traité Gén. Conif.: 115 (1855).
 - *Juniperus whitleyana* Miq., Cat. Hort. Amstelod.: 21 (1857).
 - *Cupressus stricta* Mill. ex Gordon, Pinetum: 67 (1858).
 - *Cupressus thujifolia* Knight ex Gordon, Pinetum: 69 (1858).
 - *Cupressus globulifera* Parl., Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 4, 13: 377 (1860).
 - *Cupressus sphaerocarpa* Parl., Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 4, 13: 378 (1860).
 - *Cupressus umbilicata* Parl., Index Seminum (FI) 1860: 22 (1860).
 - *Cupressus thujiformis* Parker ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 26 (1862).
 - *Cupressus thujioides* H.Low ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 26 (1862).
 - *Cupressus sempervirens* var. *globulifera* Parl. in A.L.P.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 469 (1868).
 - *Cupressus sempervirens* var. *sphaerocarps* (Parl.) Parl. in A.L.P.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 468 (1868).

- *Cupressus sempervirens* var. *umbilicata* (Parl.) Parl. in A.L.P.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 469 (1868).
- *Chamaecyparis thujiformis* R.Sm. ex Gordon, Pinetum, ed. 2: 429 (1875).
- *Cupressus sempervirens* var. *pyramidalis* (O.Targ.Tozz.) Nyman, Consp. Fl. Eur.: 675 (1882).
- *Cupressus orientalis* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 102 (1891).
- *Cupressus sempervirens* f. *horizontalis* (Mill.) Voss, Vilm. Blumengärtn. ed. 3, 1: 1228 (1895).
- *Cupressus sempervirens* f. *numidica* Trab., Rev. Hort. Algérie Tunisie Maroc 17: 209 (1913).
- *Cupressus sempervirens* subsp. *horizontalis* (Mill.) A.Camus, Cyprès: 33 (1914).
- *Cupressus sempervirens* var. *pendula* (Endl.) A.Camus, Cyprès: 35 (1914).
- *Cupressus sempervirens* subvar. *horizontalis* (Mill.) Hayek, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. Beih. 30(1): 37 (1924).
- *Cupressus sempervirens* subvar. *pyramidalis* (O.Targ.Tozz.) Hayek, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. Beih. 30(1): 37 (1924).
- *Cupressus mariae* Sennen, Ann. Soc. Linn. Lyon, n.s., 73: 11 (1928).
- *Cupressus sempervirens* f. *stricta* (Aiton) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 49 (1949).

Propiedades físicas

Albura y duramen poco diferenciados, de color amarillo claro con un tinte rosado (Gamble 1902; Lushington 1919; Gottwald 1958; Peraza 1964; Ruiz y Ceballos 1979; Esteban y Guindeo 1988; Collardet y Besset 1992). Cuando se describe diferenciado se define la albura de color blanquecino amarillento y el duramen de color variable entre marrón claro y marrón amarillento (Lincoln 1986; Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 1991; Mahmood y Athar 1997; Guindeo *et al.* 1997). Olor intenso (Lushington 1919; Gottwald 1958; Cecchini 1952; Peraza 1964; Ruiz y Ceballos 1979; Esteban y Guindeo 1988; Schweingruber 1990; Collardet y Besset 1992; Guindeo *et al.* 1997; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 1991, 2000), desagradable en el momento del aserrado (Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991), persistente. No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Gamble 1902; Metcalfe 1931; Fahn *et al.* 1986; Schweingruber 1990; De Magistris 1997; Guindeo *et al.* 1997; Esteban *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2002, 2003, 2004; Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012), aunque en algunos casos se han descrito como poco diferenciados (Gamble 1902; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Cecchini 1952; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Mahmood y Athar 1997), de transición gradual (Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Fahn *et al.* 1986; Schweingruber 1990; Akkemik y Yaman 2012). Ocasionalmente se hace referencia a la presencia de falsos anillos de crecimiento (Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Schweingruber 1990). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Chudnoff 1956; Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004), ocasionalmente ovalada (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004), dando lugar a espacios intercelulares (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Esteban *et al.* 2000, 2003; Akkemik y

Yaman 2012). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Greguss 1944-7 [1948]; Jacquot 1955; Chudnoff 1956; Peraza 1964; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Schweingruber 1990; Mahmood y Athar 1997; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Akkemik y Yaman 2012), aunque se citan ocasionalmente biseriadas en la madera de primer crecimiento (Jacquot 1955; Fahn *et al.* 1986). Punteaduras presentes en la pared tangencial, asociada a la madera tardía (Greguss 1944-7 [1948]; Jacquot 1955; Peraza 1964; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (De Magistris 1997; Gadek *et al.* 2000; Akkemik y Yaman 2012). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Heinz (2004) describe la presencia de verrugosidades. Ocasionalmente se cita la presencia de crásulas y trabécula (Fahn *et al.* 1986; De Magistris 1997). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Cecchini 1952; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1996), tangencial (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquot 1955; Chudnoff 1956; Peraza 1964; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Schweingruber 1990; De Magistris 1997; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004) y terminal (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004). Paredes transversales lisas (Jacquot 1955; Fahn *et al.* 1986; Schweingruber 1990; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Akkemik y Yaman 2012), con alguna nodulación (Chudnoff 1956; Fahn *et al.* 1986; Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, con presencia ocasional de traqueidas radiales (Chudnoff 1956; De Magistris 1997). Paredes horizontales lisas (Schweingruber 1990; De Magistris 1997; Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012) raramente punteadas (Greguss 1955; Jacquot 1955; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004), paredes finales lisas (Jacquot 1955; Greguss 1955; Chudnoff 1956; Fahn *et al.* 1986; Schweingruber 1990; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012) y también noduladas (Cecchini 1952; Greguss 1955; Fahn *et al.* 1986; De Magistris 1997; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004). Con hendiduras (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquot 1955; Chudnoff 1956; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004). Punteaduras tipo cupresoide, frecuentemente entre 1 y 3 punteaduras por campo (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquot 1955; Chudnoff 1956; Peraza 1964; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Schweingruber 1990; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Akkemik y Yaman 2012), hasta 4 punteaduras por campo (Jacquot 1955; Greguss 1955; Peraza 1964; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2000; Akkemik y Yaman 2012). Radios casi exclusivamente uniseriados, salvo en algunas ocasiones donde se presentan parcialmente biseriados (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquot 1955; Peraza 1964; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Akkemik y Yaman 2012). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Cecchini 1952; Jacquot 1955; Chudnoff 1956; Esteban y Guindeo 1988; Schweingruber 1990; Mahmood y Athar 1997; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Akkemik y Yaman 2012), con máximos de 34 (Peraza 1964; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Fahn *et al.* 1986; Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 2000; Akkemik y Yaman 2012) e incluso 55 células de altura (De Magistris 1997). **Canales resiníferos.**- No se han definido. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.9.15. *Cupressus torulosa* D.Don ex Lamb.

Información general y distribución geográfica

Ciprés asiático, Ciprés del Himalaya, Devidar, Gulla, Gurai, Himalayan Cypress, Ju Bai, Leuri, Saro, Surai o Xi Znag Bai Mu. Se distribuye en el Himalaya y en las provincias chinas de Xizang (Tíbet) y Yunnan, con un rango altitudinal entre 1.560 y 3.670 m (Farjon, 2005).

Las acciones de conservación para esta especie cuentan con la presencia de muchas de sus áreas de distribución dentro de zonas protegidas, incluyendo templos.

Como todas las cupresáceas de Asia la madera de esta especie tiene un gran valor para diversos usos. Ampliamente cultivada y de uso similar al de *C. funebris*.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Cupressus torulosa* D.Don ex Lamb., Descr. Pinus 2: 18 (1824).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Cupressus lusitanica* subsp. *torulosa* (D.Don ex Lamb.) Silba & Brian Chen, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 85 (2005).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Cupressus nepalensis* Loudon, Encycl. Trees Shrubs: 1118 (1842).
 - *Cupressus flagelliformis* Knight, Syn. Conif. Pl.: 20 (1850).
 - *Cupressus majestica* Knight, Syn. Conif. Pl.: 20 (1850).
 - *Cupressus tournefortii* Ten., Index Seminum (NAP) 1853: 4 (1853).
 - *Cupressus corneyana* Knight & Perry ex Carrière, Traité Gén. Conif.: 128 (1855).
 - *Cupressus whitleyana* Carrière, Traité Gén. Conif.: 128 (1855).
 - *Juniperus gracilis* Carrière, Traité Gén. Conif.: 56 (1855), nom. illeg.
 - *Sabina corneyana* Antoine, Cupress.-Gatt.: 54 (1857).
 - *Thuja curviramea* Miq., Cat. Hort. Amstelod.: 21 (1857).
 - *Athrotaxis joucadan* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 55 (1867).
 - *Cupressus sempervirens* var. *indica* Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 471 (1868).
 - *Juniperus pendula* Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 470 (1868), pro syn.
 - *Cupressus balfouriana* W.Bull, Nursery Cat. (William Bull) 60: 45 (1871).
 - *Cupressus doniana* Hook.f., Fl. Brit. India 5: 645 (1888).
 - *Cupressus austrotibetica* Silba, Phytologia 65: 334 (1988).
 - *Cupressus karnaliensis* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 1: 19 (1994).
 - *Cupressus karnaliensis* var. *mustangensis* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 1: 22 (1994).
 - *Cupressus tongmaiensis* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 1: 24 (1994).
 - *Cupressus tongmaiensis* var. *ludlowii* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 1: 24 (1994).
 - *Cupressus duclouxiana* subsp. *austrotibetica* (Silba) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 62 (2005).
 - *Cupressus gigantea* subsp. *ludlowii* (Silba) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 70 (2005).

- *Cupressus gigantea* subsp. *tongmaiensis* (Silba) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 71 (2005).
- *Cupressus karnaliensis* subsp. *mustangensis* (Silba) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 78 (2005).
- *Cupressus lusitanica* subsp. *kuluensis* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 84 (2005).
- *Cupressus sempervirens* subsp. *indica* (Parl.) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 97 (2005).
- *Cupressus pakistanensis* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 15: 4 (2008).
- *Cupressus torulosa* subsp. *karnaliensis* (Silba) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 18: 26 (2011).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un color blanco amarillento la albura y el duramen de color marrón claro (Gamble 1902; Howard 1920; Pearson y Brown 1932; Brown 1978d; Purkayastha 1990; Purkayastha 1996; Mahmood y Athar 1997; Jiang *et al.* 2010), con algunas estriaciones más oscuras (Gamble 1902; Pearson y Brown 1932; Purkayastha 1996; Mahmood y Athar 1997). Olor característico (Gamble 1902; Howard 1920; Pearson y Brown 1932; Brown 1978d; Purkayastha 1990; Esteban *et al.* 1991; Mahmood y Athar 1997; Jiang *et al.* 2010). Sabor a cedro (Pearson y Brown 1932; Mahmood y Athar 1997).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Pearson y Brown 1932; Suzuki y Noshiro 1988; He y Yang 1995; De Magistris 1997; Mahmood y Athar 1997; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) poco o nada diferenciados en algunos casos (Esteban *et al.* 2002, 2004), de transición gradual (Suzuki y Noshiro 1988; He y Yang 1995) o abrupta (Pearson y Brown 1932; Mahmood y Athar 1997; Jiang *et al.* 2010) según el autor. **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Pearson y Brown 1932; Suzuki y Noshiro 1988; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002, 2004), con espacios intercelulares en la madera de primer crecimiento (Pearson y Brown 1932; Mahmood y Athar 1997). Las punteaduras areoladas se disponen en general de manera uniseriada (Pearson y Brown 1932; Suzuki y Noshiro 1988; He y Yang 1995; Mahmood y Athar 1997; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), ocasionalmente biseriada en la madera de primer crecimiento (Pearson y Brown 1932; Suzuki y Noshiro 1988; Jiang *et al.* 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial (Pearson y Brown 1932; Suzuki y Noshiro 1988; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002; Esteban *et al.* 2004; Jiang *et al.* 2010). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (De Magistris 1997). Cronshaw *et al.* (1961) describe la presencia de verrugosidades. No se han citado engrosamientos helicoidales ni callitroides. Presencia ocasional de crásulas (Suzuki y Noshiro 1988). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Pearson y Brown 1932; He y Yang 1995; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002; Esteban *et al.* 2004) y tangencial (Pearson y Brown 1932; Suzuki y Noshiro 1988; Mahmood y Athar 1997; De Magistris 1997; Heinz 2004), ocasionalmente terminal (Mahmood y Athar 1997). Paredes transversales noduladas (He y Yang 1995; Esteban *et al.* 2002; Esteban *et al.* 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). **Radiales leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, presencia ocasional de traqueidas radiales (Suzuki y Noshiro 1988; De Magistris 1997). Paredes horizontales lisas o poco punteadas (Suzuki y Noshiro 1988; De Magistris 1997; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), paredes finales lisas y también noduladas (De Magistris 1997; Mahmood

y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002; Heinz 2004). Con hendiduras (He y Yang 1995; Esteban *et al.* 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoides, entre 1 y 3 punteaduras por campo (Pearson y Brown 1932; Suzuki y Noshiro 1988; He y Yang 1995; De Magistris 1997; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente parcialmente biseriados (Pearson y Brown 1932; De Magistris 1997; Esteban *et al.* 2004; Jiang *et al.* 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (He y Yang 1995; Suzuki y Noshiro 1988; De Magistris 1997; Mahmood y Athar 1997), llegando incluso a 25 (De Magistris 1997; Jiang *et al.* 2010) o 45 células de altura (Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han definido. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

Las siguientes tablas resumen las características observadas en las especies del género *Cupressus*.

No se han obtenido muestras de *C. chengiana*.

RESULTADOS

Tabla 13. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Cupressus* I. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#). Las celdas resaltadas en gris corresponden con la especie de la que no se ha obtenido muestra.

<i>Características anatómicas</i>		<i>Cupressus arizonica</i>	<i>Cupressus bakeri</i>	<i>Cupressus cashmeriana</i>	<i>Cupressus chengiana</i>	<i>Cupressus duclouxiana</i>	<i>Cupressus dupreziana</i>	<i>Cupressus funebris</i>	<i>Cupressus goveniana</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X	X	X		X	X	X	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-	-	-		-	-	-	-
	Transición gradual (43)	X	X	X		X	X	X	X
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriadas (44)	X	X	X		X	X	X	X
	Punteaduras tangenciales	X	X	X		X	X	X	X
	Espacios intercelulares (53)	(X)	(X)	-		-	(X)	(X)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X	X	X		X	X	X	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-	-	-		-	X	X	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-	-	-		-	X	-	-
	Verrugosidades (60)	X	X	X		X	X	X	X
	Trabécula	X	X	-		X	-	X	X
Parénquima axial	Presente (72)	X	(X)	X		(X)	X	X	(X)
	Distribución difusa (73)	(X)	X	X		X	X	X	(X)
	Distribución tangencial (74)	X	-	(X)		-	(X)	(X)	X
	Distribución terminal (75)	-	-	-		-	-	-	-
	Pared transversal lisa (76)	X	-	X		X	X	X	X
	Pared transversal irregular (77)	X	X	-		-	-	-	(X)
	Pared transversal nodulada (78)	-	X	-		-	-	-	(X)
Composición de los radios	Presencia traqueidas radiales (79)	(X)	X	-		(X)	-	-	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X	X	X		X	X	X	X
	Paredes finales lisas (85)	X	-	X		X	X	X	(X)
	Paredes finales noduladas (86)	(X)	X	-		(X)	-	-	X
	Paredes horizontales lisas (87)	X	X	X		X	X	X	X
	Hendiduras (89)	X	X	-		X	-	-	X
Punteaduras del campo de cruce	Cupresoide (93)	X	X	X		X	X	X	X
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	X	X	X		X	X	X	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	-	-	-		-	-	-	-
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-	-	-		-	-	-	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	X	X	(X)		(X)	(X)	(X)	X
	Entre 5-15 células de altura	X	(X)	X		X	X	X	(X)
	Entre 16-30 células de altura	(X)	-	(X)		(X)	(X)	(X)	-
	>30 células de altura	-	-	-		-	-	-	-
	Uniseriados (107)	X	X	X		X	X	X	X
	Parcialmente biseriados (108)	-	-	-		-	-	-	-

RESULTADOS

Tabla 14. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Cupressus* II. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Cupressus guadalupensis</i>	<i>Cupressus lusitanica</i>	<i>Cupressus macnabiana</i>	<i>Cupressus macrocarpa</i>	<i>Cupressus sargentii</i>	<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>Cupressus torulosa</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X	-	X	X	X	X	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-	X	-	-	-	-	-
	Transición gradual (43)	X	-	X	X	X	X	X
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriadas (44)	X	X	X	X	X	X	X
	Punteaduras tangenciales	X	X	X	X	X	X	X
	Espacios intercelulares (53)	(X)	(X)	X	-	(X)	-	(X)
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X	X	X	X	X	X	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-	-	-	-	-	-	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-	-	-	-	-	-	-
	Verrugosidades (60)	X	(X)	X	X	X	X	X
	Trabécula	-	-	X	-	-	-	-
Parénquima axial	Presente (72)	(X)	(X)	X	X	X	X	X
	Distribución difusa (73)	X	-	-	X	(X)	X	X
	Distribución tangencial (74)	-	X	X	-	X	(X)	(X)
	Distribución terminal (75)	X	-	X	X	(X)	(X)	-
	Pared transversal lisa (76)	X	X	-	X	-	X	X
	Pared transversal irregular (77)	-	(X)	X	(X)	X	-	-
	Pared transversal nodulada (78)	-	-	X	X	-	-	-
Composición de los radios	Presencia traqueidas radiales (79)	-	X	-	X	-	-	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X	X	X	X	X	X	X
	Paredes finales lisas (85)	X	X	X	X	(X)	X	X
	Paredes finales noduladas (86)	(X)	(X)	X	(X)	X	-	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X	X	X	X	X	X	X
	Hendiduras (89)	X	(X)	X	X	X	-	-
Punteaduras del campo de cruce	Cupresoide (93)	X	X	X	X	X	X	X
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	X	X	X	X	X	X	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	-	-	-	-	-	-	-
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-	-	-	-	-	-	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	X	(X)	(X)	X	X	(X)	-
	Entre 5-15 células de altura	(X)8	X	X	(X)	(X)	X	X
	Entre 16-30 células de altura	-	(X)	(X)	-	-	X	(X)
	>30 células de altura	-	-	-	-	-	(X)	-
	Uniseriados (107)	X	X	X	X	X	X	X
	Parcialmente biseriados (108)	-	(X)	-	-	-	-	-

Anatomía comparada

Muchos autores consideran imposible diferenciar las especies de *Cupressus* en base a su madera, no existiendo diferencias cualitativas que puedan ser usadas para identificarlas. Debido a ello, no son muchas las claves de identificación interespecíficas encontradas.

Las claves de identificación existentes no son completas, al no presentar la totalidad de las especies del género (Peraza 1964; Jacquot 1955; Esteban y Guindeo 1988; Peraza *et al.* 1993). Entre ellas se observa una diferenciación entre *C. macrocarpa* del resto de especies. Por ejemplo, para diferenciar la madera de *Cupressus* de *Thuja* o *Chamaecyparis*, se suelen agrupar *C. macrocarpa* y el género *Thuja*, al presentar una distribución del parénquima como difusa, frente a la distribución tangencial presentada en el resto de *Cupressus* y *Chamaecyparis*. Dentro de los grupos, *C. macrocarpa* se diferencia de *Th. plicata* por las paredes transversales noduladas del parénquima de *Cupressus* frente a las lisas de *Thuja*, y por las paredes transversales lisas del resto de *Cupressus* frente a las noduladas de *Chamaecyparis*.

La diferenciación de la madera de *Cupressus* frente a otros géneros de Cupressaceae como *Juniperus*, *Chamaecyparis* y *Thuja* es complicada. Jones (1924) describe que los géneros *Cupressus*, *Thuja* y *Juniperus* son muy difíciles de distinguir microscópicamente, al componerse de varias especies cuyas características anatómicas varían entre ellas. Generalmente se consideran como características diferenciadoras entre la madera de *Cupressus* y *Juniperus* el color de su duramen, la presencia de espacios intercelulares, la distribución del parénquima axial y la altura de los radios leñosos. Entre ellas se considera que *Juniperus* presenta un color del duramen de un rojizo más oscuro, espacios intercelulares presentes en casi todas las especies, con una distribución del parénquima axial difusa o tangencial, y la altura de los radios no llega a las 20 células (Kukachka 1960; Nájera *et al.* 1960; Peraza 1964; Peraza y Guindeo 1974; Esteban y Guindeo 1988; Akkemik y Yaman 2012).

Según Penhallow (1896) los géneros *Calocedrus*, *Cupressus*, *Thuja* y *Juniperus*, propios de Norteamérica, forman un grupo homogéneo donde algunas de las características que los agrupan son la presencia de parénquima axial, la ausencia de canales resiníferos, y la presencia de paredes finales noduladas en el parénquima radial. Entre ellos se pueden diferenciar *Calocedrus* y *Juniperus* por la distribución tangencial del parénquima axial, siendo en *Thuja* y *Cupressus* difusa, no estando presente en todos los anillos de crecimiento.

A pesar de la importancia del género *Cupressus*, el estudio anatómico de su madera no es muy abundante, centrándose generalmente en especies con valor comercial o de gran distribución, siendo particularmente escasos los estudios en *C. cashmeriana*, *C. chengiana* y *C. sargentii*. Este estudio presenta una descripción individual de cada especie (Tabla 13 y Tabla 14).

Debido a la gran presencia de estudios moleculares que avalan la diferenciación del género *Cupressus* entre la región norteamericana y euroasiática, y la actual discusión sobre el posible cambio de nombre en las especies presentes en el continente americano, parece lógico discutir las características anatómicas observadas teniendo en cuenta la distribución geográfica. En la Tabla 15 se resume la región de procedencia por especies.

Tabla 15. Distribución geográfica de las especies de *Cupressus* (Farjon, 2005).

Hemisferio Norte	Especie	Región de procedencia
América del Norte (región occidental o norteamericana)	<i>C. arizonica</i>	Califronia, Arizona, Tejas, Nuevo México, México
	<i>C. bakeri</i>	N Calirfornia, S Oregón
	<i>C. goveniana</i>	Califronia
	<i>C. guadalupensis</i>	Májico, Baja California
	<i>C. lusitanica</i>	México, Guatemala, Honduras
	<i>C. macnabiana</i>	Califronia
	<i>C. macrocarpa</i>	California
	<i>C. sargentii</i>	California
Región circunmediterránea y Asia (región oriental o euroasiática)	<i>C. cashmeriana</i>	Bhutan, NE India
	<i>C. chengiana</i>	Gansu, Sichuan
	<i>C. duclouxiana</i>	Sichuan, Yunnan, Xizang
	<i>C. dupreziana</i>	Algeria, Marruecos
	<i>C. funebris</i>	Gansu, Hubei, Hunnan, Sichuan
	<i>C. sempervirens</i>	Mediterráneo
	<i>C. torulosa</i>	Sichuan

En estudios anatómicos previos se apreciaba una cierta diferenciación entre las especies de las regiones oriental y occidental, en base a la altura de los radios leñosos. La mayoría de especies norteamericanas presentan un rango entre 1 y 10 células de altura, estando entre 1 y 15 para *C. arizonica*, *C. lusitanica* y *C. macrocarpa*, con máximos citados de 25 células en *C. lusitanica* (Carvalho 1996; De Magistris 1997) y de hasta 30 en *C. arizonica* Greene (De Magistris 1997) y *C. macrocarpa* Hartw (Carvalho 1996; De Magistris 1997). Los rangos más habituales para las especies euroasiáticas se sitúan entre 1 y 15, o entre 1 y 20 para especies como *C. sempervirens* o *C. torulosa*, con máximos citados de hasta 26 para *C. funebris* (Jiang et al. 2010), entre 25 y 40 para *C. sempervirens* (Huber y Rouschal 1954; Greguss 1955; Peraza 1964; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Fahn et al. 1986; Schweingruber 1990; Akkemik y Yaman 2012) e incluso hasta 45 en *C. torulosa* (Esteban et al. 2002). En el estudio realizado por Heinz (2004) se observa una posible división entre las especies en base a la presencia de traqueidas radiales, presentes en todas las especies de EEUU salvo en *C. macrocarpa*, y únicamente presentes en *C. duclouxiana* Hickel (de Asia) y *C. dupreziana* A.Camus (de África). Finalmente, el estudio más completo realizado sobre este género fue el de Esteban et al. (2004) con 12 especies descritas, donde se observan pequeñas diferencias como la mayor representación en el grupo occidental de paredes transversales noduladas del parénquima axial. Recientemente la división entre los *Cupressus* de la región norteamericana y euroasiática se ve apoyada mediante estudios morfológicos y citológicos del polen (Danti et al. 2010).

De forma genérica puede considerarse la madera de *Cupressus* con albura de color blanco-amarillento y el duramen desde el castaño claro al marrón oscuro, aunque existe una gran variabilidad cromática (Dallimore y Jackson 1923; Record y Hess 1949; Esteban et al. 1996). La descripción macroscópica de la madera de *Cupressus* no revela una diferenciación clara entre ambas regiones. El color de las maderas de los *Cupressus* occidentales varía entre ellas, no siendo siempre diferenciables la albura y el duramen para especies como *C. arizonica* o *C. macrocarpa*. Se describe una albura blanquecina o amarillenta para todas ellas, acompañada generalmente de un duramen que varía desde el marrón claro en *C. goveniana*, marrón amarillento o rosado en *C. lusitanica* al marrón rosado hasta rojizo en *C. macrocarpa*. Únicamente se han descrito bandas coloreadas en *C. arizonica* (Wolf y Wagener 1948) y *C. lusitanica* (Chudnoff 1984; Lincoln 1986; Bergman et al. 2010). Las maderas de *Cupressus* del grupo oriental presentan también cierta variedad entre ellas, siendo indiferenciable la albura y el duramen en *C. cashmeriana* y *C.*

sempervirens, que presentan colores claros. Al igual que en el grupo occidental, las especies presentan una albura blanco amarillenta, pero las tonalidades del marrón que presenta el duramen varían geográficamente. Las especies de la zona de Europa e India presentan una tonalidad más clara respecto a las de la región China con tonalidades rojizas. Como señalan [Esteban et al. \(2009c\)](#) no es una característica representativa el color de la albura o duramen, pero sí el que estén diferenciadas. Entre las cupresáceas de Israel, se diferencia la madera de *Cupressus sempervirens* y *Juniperus oxycedrus* por el dureamen naranja-marrón que presenta *Cupressus* frente al marrón oscuro de *Juniperus* ([Chudnoff 1956](#)).

Cuando no presentan albura y duramen diferenciados, [Carvalho \(1996\)](#) considera la madera de *C. lusitanica* y *C. macrocarpa* muy parecida a la de *Ch. lawsoniana*, diferenciándose al presentar un color amarillento más pálido la madera de *Chamaecyparis*.

El género *Cupressus* se caracteriza por presentar un olor agradable y persistente en su madera, y un particular sabor característico para *C. arizonica*, *C. lusitanica*, *C. funebris* y *C. torulosa*. *Chamaecyparis* se ha considerado en múltiples ocasiones como un subgénero de *Cupressus* debido al parecido de su madera, pero se pueden diferenciar por el olor picante y más intenso de *Chamaecyparis* ([Phillips 1948](#); [Carvalho 1996](#)).

Como características generales de *Cupressus* (Tabla 13 y Tabla 14) se encuentran la presencia de anillos de crecimiento diferenciados, siendo poco diferenciados o ausentes en *C. lusitanica* (Figura 23 B) ([Huerta Crespo 1978](#); [Barefoot y Hankins 1982](#); [Lincoln 1986](#); [Esteban et al. 2004](#); [Heinz 2004](#)). Todas las muestras estudiadas presentan transición gradual (Figura 23 A), considerándose este carácter como poco diferenciador ([Peirce 1936, 1937](#); [Bannan 1954](#); [Carlquist 1980](#); [IAWA Committee 2004](#)), debido a que dicha transición puede ser consecuencia de muchos factores ([Esteban et al. 2003](#)). Se ha observado en todas las especies la presencia de punteaduras areoladas en las paredes tangenciales (Figura 23 F), generalmente confinadas en la madera tardía ([Peirce 1937](#); [Esteban et al. 1996](#); [De Magistris 1997](#)). Las punteaduras areoladas en la pared radial se disponen en filas uniseriadas. Punteaduras con toro definido (Figura 24 A, B). Las verrugosidades en la cara interna de las traqueidas son comunes a todas las especies (Figura 24 C) ([Liese 1965a](#); [Xiaomei y Ying 1989](#); [De Magistris 1997](#); [IAWA Committee 2004](#)), aunque en cantidad variable, más finas en *C. lusitanica*, y en ninguna de ellas se observan engrosamientos helicoidales ni callitroides. Se ha citado la presencia de engrosamientos helicoidales en *C. bakeri*, *C. dupreziana* y *C. goveniana* ([Heinz 2004](#)), probablemente confundido al incorporar madera de compresión.

Trabécula presente (Figura 24 E). Parénquima axial presente en todas las especies, siendo particularmente escaso en *C. bakeri*, *C. duclouxiana*, *C. goveniana*, *C. guadalupensis* y *C. lusitanica*. Radios leñosos homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, con presencia ocasional de traqueidas radiales en algunas especies. Se han observado radios uniseriados en todas las muestras, presentando unas punteaduras de campo de cruce tipo cupresoide (Figura 24 I), entre 1 y 2 punteaduras por campo.

La presencia de espacios intercelulares (Figura 23 E) es citada ocasionalmente en muchas de estas especies, considerándose analítico en *C. arizonica* ([Harrar 1957](#); [Esteban y Guindeo 1988](#); [Esteban et al. 2000](#)), *C. lusitanica* ([Huerta Crespo 1978](#); [Carvalho 1996](#); [Esteban et al. 2004](#)), *C. macrocarpa* ([Butterfield y Meylan 1980](#); [Esteban y Guindeo 1988](#); [Carvalho 1996](#)) y *C. torulosa* ([Pearson y Brown 1932](#); [Mahmood y Athar 1997](#)). Su presencia está asociada a traqueidas de contorno circular y no se debe confundir con los espacios asociados a la madera de compresión. En las muestras observadas es un carácter ocasional y de mayor frecuencia en *C. macnabiana*.

Los géneros *Cupressus* y *Juniperus* también se diferencian, según los autores [Nájera et al. \(1960\)](#), [Peraza \(1964\)](#) y [Peraza y Guindeo \(1974\)](#), por la escasa presencia de espacios intercelulares en *Cupressus*, muy abundantes en *Juniperus*.

Se han citado caracteres esporádicos que no han sido observados, como las crásulas en *C. funebris* (De Magistris 1997), *C. goveniana* (Gerry 1910) y *C. sempervirens* (Fahn et al. 1986; De Magistris 1997) y la presencia de depósitos orgánicos en las traqueidas de *C. lusitanica* (Blanco et al. 2005). Se han observado muescas en el borde de las punteaduras en *C. dupreziana* y extensiones del toro en las maderas de *C. dupreziana* y *C. funebris* (Figura 24 D), carácter no descrito anteriormente para estas especies.

Se han descrito canales resiníferos traumáticos de manera ocasional en *C. funebris* (Gamble 1902) y *C. macrocarpa* (De y Datta 1987), ausentes en el resto de especies, que presentan una agrupación de células resiníferas como respuesta traumática, prominente en ejemplares antiguos (Gamble 1902; Barefoot y Hankins 1982) como en *C. torulosa* (Gamble 1902). En las muestras estudiadas no se han observado canales resiníferos.

De las muestras estudiadas y la bibliografía consultada, se considera que la distribución del parénquima axial, sus paredes transversales, la presencia de traqueidas radiales, la tipología de las paredes de los radios leñosos y la altura de estos, pueden establecer una diferenciación entre los *Cupressus* del grupo occidental y del grupo oriental.

El parénquima axial presenta una distribución difusa, tangencial (Figura 23 C) o terminal (Figura 23 D). En las especies euroasiáticas es difusa, observándose ocasionalmente también tangencial en algún anillo de crecimiento, mientras que en las especies norteamericanas se presenta frecuentemente de manera tangencial e incluso terminal como en *C. guadalupensis*, *C. macnabiana* y *C. macrocarpa*. La tipología de la pared transversal también diferencia las especies de las regiones occidental y oriental, siendo las paredes exclusivamente lisas (Figura 23 G) en las especies euroasiáticas y fácilmente observables lisas, irregulares (Figura 23 H) y noduladas (Figura 23 I, J) en las norteamericanas. Esta diferenciación ya fue puesta de manifiesto en el estudio de Esteban et al. (2004). Se destaca como carácter diferenciador entre *Juniperus* y *Cupressus* la distribución del parénquima axial, presentándose terminal en *Cupressus* y difuso o tangencial en *Juniperus* (Nájera et al. 1960; Peraza 1964; Peraza y Guindeo 1974). Carvalho (1996) define a las maderas de *C. lusitanica* y *C. macrocarpa* muy semejante a la de *Ch. lawsoniana*, pudiendo diferenciarlas por el color de su madera y la mayor cantidad de parénquima presente en las especies de *Cupressus*.

Se ha citado la presencia esporádica de traqueidas radiales (Figura 24 F) en todas las especies del género (Holden 1913; De Magistris 1997; Heinz 2004). Sin embargo, únicamente se han observado en las muestras de *C. bakeri*, *C. lusitanica* y *C. macrocarpa*, y de manera ocasional en *C. arizonica* y *C. duclouxiana*, situándose en las filas marginales de los radios o formando radios de una célula de altura. Salvo *C. duclouxiana* todas ellas son norteamericanas, permitiendo una diferenciación dentro del género coincidiendo con el estudio de Heinz (2004).

Las paredes finales del parénquima radial son exclusivamente lisas (Figura 24 G) en las especies euroasiáticas, con la excepción de *C. duclouxiana* en la que se han observado ocasionalmente también noduladas, mientras que en las norteamericanas se observan lisas y noduladas (Figura 24 Ha) en la mayoría de las especies, acompañadas de hendiduras (Figura 24 Hb). En el grupo oriental sólo se han observado hendiduras en *C. duclouxiana*, ya descritas por Esteban et al. (2002, 2004). Las paredes horizontales se presentan lisas en todos los *Cupressus*.

Peirce (1937) considera que se pueden diferenciar fácilmente la madera de *Cupressus* y *Juniperus* por la presencia de paredes finales noduladas y paredes horizontales punteadas en *Juniperus*, frente a las paredes finales generalmente lisas, ocasionalmente noduladas, en *Cupressus*.

Por último, destacar la diferenciación en células de altura de sus radios leñosos, que como se citó anteriormente, se describen de rango inferior en las especies de norteamericanas. De acuerdo con la bibliografía estudiada, se ha observado un rango de altura de los radios leñosos inferior a 10 o 15 células en los *Cupressus* occidentales, siendo los valores más altos encontrados en las muestras

RESULTADOS

de estudio 16 en *C. macnabiana*, 18 en *C. arizonica* y 20 en *C. lusitanica*. Los *Cupressus* orientales presentan rangos de 1 a 15 y de 1 20 células, siendo los más elevados en *C. cashmeriana*, *C. sempervirens* y *C. torulosa*. Los valores máximos observados son superiores a 20 células en todas las especies, siendo particularmente elevados en *C. sempervirens*, con radios de hasta 50 células de altura. La presencia de radios leñosos parcialmente biseriados se ha observado en *C. lusitanica*, sin superar el 10% del total.

Frente a la madera de *Juniperus*, diversos autores coinciden en la altura de los radios leñosos como un carácter identificativo del género, considerando en *Juniperus* entre 1 y 10 células y en *Cupressus* entre 10 y 20 (Jacquiot 1955; Peraza *et al.* 1993; Akkemik y Yaman 2012), no llegando a máximos de 25 células en *Juniperus*, y fácilmente en *Cupressus*.

No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales, aunque se han descrito en *C. arizonica* (Penhallow 1907), *C. funebris* (Gamble 1902) y *C. macrocarpa* (De y Datta 1987).

Láminas género *Cupressus*

Figura 23. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Cupressus*. I. A, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición gradual. *C. funebris*. B, Anillo de crecimiento indiferenciado. *C. lusitanica*. C, Parénquima axial en distribución tangencial. *C. arizonica*. D, Parénquima axial en distribución terminal. *C. dupreziana*. E, Espacios intercelulares presentes. *C. lusitanica*. F, Punteaduras en la pared tangencial. *C. sempervirens*. G, Pared transversal del parénquima axial lisa. *C. duclouxiana*. H, Pared transversal del parénquima axial irregular. *C. sargentii*. I-J, Pared transversal del parénquima axial nodulada. *C. bakeri*, *C. macnabiana*. Escalas: A-C, 200 μm ; B, 150 μm ; D, 100 μm ; E, 50 μm ; F, 10 μm ; G-I, 25 μm ; H-J, 20 μm .

Figura 24. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Cupressus* II. A-B, Toro definido. *C. cashmeriana*, *C. torulosa*. C, Verrugosidades. *C. cashmeriana*. D, Extensiones de toro. *C. funebris*. E, Trabécula. *C. goveniana*. F, Traqueidas radiales. *C. lusitanica*. G, Paredes horizontales y finales lisas. *C. sempervirens*. H, Paredes finales noduladas (a), hendidura presente (b). *C. macrocarpa*. I, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide. *C. bakeri*. Escalas: A-H-I, 10 μ m; B-C-D-E, 5 μ m; F, 20 μ m; G, 25 μ m.

4.1.10.- Anatomía de la madera del género *Diselma* Hook. f. (1860).

4.1.10.1. *Diselma archeri* Hook. f.

Información general y distribución geográfica

Chesnut Pine. Especie endémica de Tasmania donde se distribuye en altitudes comprendidas entre 570 y 1.300 m (Farjon 2005).

Catalogada por IUCN (2014) como LC (no amenazada) y de tendencia poblacional estable. Casi todas sus poblaciones se encuentran protegidas al encontrarse dentro de Tasmania Wilderness World Heritage Area Oeste (WTWWHA).

No se conocen usos específicos de esta madera.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Diselma archeri* Hook. f., Fl. Tasman. 1: 353 (1860)
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Fitzroya archeri* (Hook.f.) Benth. & Hook.f., Gen. Pl. 3: 426 (1880).

Propiedades físicas

Albura y duramen claramente diferenciados por su color, con un tono ciruela el duramen (Phillips 1948), o sin diferenciación, con un color pardo amarillento (Esteban *et al.* 1996). Carece de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Patton 1927; Phillips 1948; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004), descritos como indiferenciados por Greguss (1955). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Patton 1927; Peirce 1937; Phillips 1948; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004), redondeado en la madera de primer crecimiento (Patton 1927). Las punteaduras areoladas en la pared radial se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Patton 1927; Peirce 1937; Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000). Presencia ocasional de punteaduras en la pared tangencial (Patton 1927). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Greguss 1955; Gadek *et al.* 2000) acompañado de extensiones (Heinz 2004). Liese (1965a) describe la presencia de verrugosidades. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente (Patton 1927; Peirce 1937; Phillips 1948; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004), de distribución difusa y tangencial (Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004), irregulares (Peirce 1937; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002; Heinz 2004) y noduladas (Phillips 1948; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2004). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, con presencia ocasional de traqueidas radiales (Peirce 1937; Heinz 2004). Paredes horizontales punteadas (Patton 1927; Peirce 1937; Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004), ocasionalmente lisas (Heinz 2004), paredes finales noduladas (Patton 1927; Peirce 1937; Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004), y también lisas (Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004). Con hendiduras (Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresoide (Patton 1927; Peirce 1937; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004), con máximos entre 3 y 4 (Patton 1927; Phillips 1948; Esteban

et al. 1996, 2002). Radios casi exclusivamente uniseriados (Patton 1927; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). Peirce (1937) y Phillips (1948) describen la mitad de los radios como biseriados. Altura comprendida entre 1 y 10 células (Peirce 1937; Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2004), aunque también se han descrito inferiores, entre 1 y 4 (Patton 1927; Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han definido. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Diselma archeri*.

RESULTADOS

Tabla 16. Caracteres anatómicos observados en *Diselma archeri*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por IAWA Committee (2004).

	<i>Características anatómicas</i>	<i>Diselma archeri</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-
	Transición abrupta (42)	-
	Transición gradual (43)	X
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	-
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	(X)
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	X
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-
	Verrugosidades (60)	X
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-
	Trabécula	X
Parénquima axial	Presente (72)	X
	Distribución difusa (73)	(X)
	Distribución tangencial (74)	X
	Distribución terminal (75)	-
	Paredes transversales lisas (76)	X
	Paredes transversales irregulares (77)	X
	Paredes transversales noduladas (78)	X
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	X
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	X
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	-
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	X
	Entre 5-15 células de altura	(X)
	Entre 16-30 células de altura	-
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	X
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

Según el estudio realizado por [Peirce \(1937\)](#), las maderas de *Diselma*, *Fitzroya* y *Libocedrus* pueden diferenciarse mediante la altura de los radios leñosos, por debajo de 12 células de altura en *Diselma*, que además presenta punteaduras radiales exclusivamente uniseriadas, frente a las 20-24 células de altura de los otros dos géneros y la presencia ocasional de punteaduras biseriadas.

La albura y el duramen no siempre diferenciados. Carente de olor y sabor característicos.

Anatómicamente, *Diselma* (Tabla 16) presenta anillos de crecimiento diferenciados y estrechos, madera tardía compuesta por unas pocas filas de traqueidas, de transición gradual (Figura 25 A).

Traqueidas de contorno poligonal. Punteaduras areoladas dispuestas exclusivamente de manera uniseriada en la pared radial. Escasas punteaduras tangenciales (Figura 25 F), restringidas a la madera final. Las traqueidas axiales presentan punteaduras con toro definido, con extensiones (Figura 25 D) como las descritas por [Heinz \(2004\)](#). Presencia de verrugosidades muy clara (Figura 25 E), vistas incluso en el microscopio óptico. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Figura 25 E).

Parénquima axial abundante, de distribución predominantemente tangencial (Figura 25 A), con algunos anillos con distribución difusa, coincidiendo con las descripciones de otros autores ([Esteban et al. 1996, 2002, 2004](#); [Heinz 2004](#)). Las paredes transversales son lisas (Figura 25 B) y también se observan irregulares y noduladas (Figura 25 C). La presencia de varios tipos de pared transversal se describe en otros trabajos ([Greguss 1955](#); [Esteban et al. 1996, 2002, 2004](#); [Heinz 2004](#)).

Radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial, aunque [Peirce \(1937\)](#) y [Heinz \(2004\)](#) citan la presencia esporádica de traqueidas radiales. Las paredes horizontales son lisas, paredes finales lisas y también noduladas (Figura 25 G). Se ha observado la presencia de hendiduras (Figura 25 H). Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide (Figura 25 I), siendo el número más frecuente entre 1 y 2 por campo. Radios leñosos uniseriados, de altura comprendida entre 1 y 10 células.

Diselma carece de canales normales y no se conocen citas de traumáticos. La presencia de canales axiales traumáticos en las muestras observadas (Figura 25 J, K), representa una nueva cita de este tipo de canales en Cupressaceae. No se han observado inclusiones minerales.

Láminas género *Diselma*

Figura 25. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Diselma*. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual y parénquima axial en distribución tangencial. B, Pared transversal del parénquima axial lisa. C, Pared transversal del parénquima axial nodulada. D, Extensiones de toro. E, Verrugosidades en traqueida y en trabécula. F, Punteaduras en la pared tangencial. G, Paredes finales del parénquima radial noduladas. H, Hendidura. I, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide. J-K, Canal axial traumático. Escalas: A, 300 µm; B, 40 µm; C-F-I, 20 µm; D-E-H, 10 µm; J, 100 µm; K, 200 µm.

4.1.11.- Anatomía de la madera del género *Fitzroya* Lindl. (1851).

4.1.11.1. *Fitzroya cupressoides* (Molina) I.M. Johnston

Información general y distribución geográfica

Alerce, Lahuén o Lahual. Especie endémica de los bosques templados y lluviosos de Chile y zonas adyacentes de Argentina, entre los paralelos 39° y 43° latitud sur. Ocupa una superficie de 292.383 ha (Chile 280.137 ha; Argentina 12.246 ha) (Lara *et al.* 1999), con una distribución en Argentina inferior a las 20.625 ha establecidas por Kitzberger *et al.* (2000). Presenta una superficie protegida de 35.621 ha (Chile 25.624 ha; Argentina 9.997 ha) (Kitzberger *et al.* 2000). Se encuentra en altitudes comprendidas entre el nivel del mar y 1.000 m (Farjon 2005).

Catalogada por IUCN (2014) como EN (en peligro) y de tendencia poblacional decreciente. Al igual que *Austrocedrus chilensis*, ha estado sometida a una fuerte explotación durante cuatro siglos por su magnífica madera. Fue prácticamente extinguida localmente de los sitios de fácil acceso como la Depresión Central (Veblen *et al.* 1976; Lara *et al.* 1999; Kitzberger *et al.* 2000; Soto 2009). Este proceso de explotación se acentuó hacia mediados del siglo XIX y fue atenuado hacia los años 70 por la puesta en marcha de distintas medidas de conservación (Kitzberger *et al.* 2000). En Argentina, la pérdida de bosques de alerce se inició mucho más tarde debido a su posterior colonización, además, el proceso deforestador fue interrumpido por la creación de la red de Parques Nacionales de Argentina (Kitzberger *et al.* 2000). En Chile se comenzó a proteger legalmente a partir de 1969. En 1976 fue declarado Monumento Natural. En 1983 fue incluido en el Apéndice II de CITES y en 1987 fue incluido en el Apéndice I, prohibiendo así su comercio internacional (Farjon 2005; Gasson 2011).

Fitzroya es uno de los organismos vivos más grandes y antiguos de la tierra (Gardner *et al.* 1999), siendo el segundo árbol más viejo que vive en el mundo después de *Pinus longaeva*, con individuos de más de 3.000 años de edad (Berni *et al.* 1979; Gasson 2011). Se ha datado una cronología de anillos superior a 3.600 años en los árboles muestreados en Chile por Lara y Villalba (1993).

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Fitzroya cupressoides* (Molina) I.M. Johnst., Contr. Gray Herb. 70: 91 (1924).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Pinus cupressoides* Molina, Sag. Stor. Nat. Chili: 168 (1782).
 - *Libocedrus cupressoides* (Molina) Kuntze, Revis. Gen. Pl. 3(2): 375 (1898).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Fitzroya patagonica* Hook.f. ex Lindl., J. Hort. Soc. London 6: 264 (1851).
 - *Cupressstellata patagonica* (Hook.f. ex Lindl.) J.Nelson, Pinaceae: 60 (1866).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono marrón rojizo para el duramen (Howard 1920; Dallimore y Jackson 1923; Bernath 1937; Record y Hess 1949; Schmidt 1951; Tortorelli 1956; Henderson 1957; Gottwald 1958; Ortiz Cespedes 1959; Rendle 1969b; Kukachka 1970; Cristiani 1978; Berni *et al.* 1979; Díaz-Vaz 1983, 2003; Chudnoff 1984; Patterson 1988; Collardet y Besset

1992; Roig 1992; Guindeo *et al.* 1997; IAWA Committee 2004) ocasionalmente anaranjado (Schmidt 1951; Collardet y Besset 1992) o pardo rosado (Esteban *et al.* 1991,1996), y la albura blanquecina (Bernath 1937; Record y Hess 1949; Gottwald 1958; Ortiz Cespedes 1959; Kukachka 1970; Chudnoff 1984; Esteban *et al.* 1991; Collardet y Besset 1992), descrita también como amarillenta u ocre (Tortorelli 1956; Berni *et al.* 1979; Díaz-Vaz 1983, 2003; Esteban *et al.* 1991, 1996; Roig 1992; Guindeo *et al.* 1997). De veteado marcado (Tortorelli 1956; Cristiani 1978; Díaz-Vaz 2003), con bandas (Howard 1920; Berni *et al.* 1979) y franjas rojizo violáceas (Cristiani 1978). Fluorescencia verde amarillenta en el duramen (Roig 1992). Carente de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Wagemann 1949; Boutelje 1955; Greguss 1955; Tortorelli 1956; Kribs 1959; Kukachka 1970; Findlay y Levy 1970; Cristiani 1978; Berni *et al.* 1979; Díaz-Vaz 1983; Chudnoff 1984; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Wagenführ 1996; Guindeo *et al.* 1997; Heinz 2004; Gasson *et al.* 2011), de transición gradual (Wagemann 1949; Findlay y Levy 1970; Díaz-Vaz 1983; Roig 1992; Gasson *et al.* 2011) y ocasionalmente abrupta (Tortorelli 1956; Roig 1992). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Wagemann 1949; Boutelje 1955; Greguss 1955; Tortorelli 1956; Díaz-Vaz 1983; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Burgerstein 1908; Gerry 1910; Wagemann 1949; Boutelje 1955; Greguss 1955; Tortorelli 1956; Kribs 1959; Findlay y Levy 1970; Díaz-Vaz 1983; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Gasson *et al.* 2011), aunque se citan biseriadas en escasas ocasiones, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937; Boutelje 1955; Greguss 1955; Findlay y Levy 1970; Roig 1992). La presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociada a la madera final, ha sido citada por varios autores (Burgerstein 1908; Boutelje 1955; Ortiz Cespedes 1959; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Gerry 1910; Boutelje 1955; Ortiz Cespedes 1959). Depósitos en las traqueidas (Barefoot y Hankins 1982; Díaz-Vaz 2003). Punteaduras areoladas con toro definido (Peirce 1937; Greguss 1955; Findlay y Levy 1970; Roig 1992; Gadek *et al.* 2000; Gasson *et al.* 2011), muchas veces acompañado de extensiones (Boutelje 1955; Greguss 1955; Findlay y Levy 1970; Willebrand 1995; IAWA Committee 2004; Heinz 2004). Verrugosidades presentes (Cronshaw *et al.* 1961; Liese 1965a; Findlay y Levy 1970; Roig 1992; IAWA Committee 2004). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Roig 1992). **Parénquima axial.-** Presente, de distribución muy variable (Peirce 1937; Tortorelli 1956; Kribs 1959), entre difusa (Wagemann 1949; Boutelje 1955; Tortorelli 1956; Díaz-Vaz 1983; Roig 1992; Wagenführ 1996; Esteban *et al.* 2004; Gasson *et al.* 2011) y tangencial (Boutelje 1955; Ortiz Cespedes 1959; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Díaz-Vaz 2003; Heinz 2004; Gasson *et al.* 2011). Paredes transversales lisas (Greguss 1955; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004; Gasson *et al.* 2011), ligeramente noduladas (Peirce 1937; Greguss 1955; Tortorelli 1956; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002; Heinz 2004) y noduladas (Boutelje 1955; Ortiz Cespedes 1959; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2004; Heinz 2004; Gasson *et al.* 2011). **Radiales leñosos.-** Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, con presencia ocasional de traqueidas radiales (Peirce 1937; Boutelje 1955; Kribs 1959; Heinz 2004). Paredes horizontales punteadas (Peirce 1937; Boutelje 1955; Greguss 1955; Tortorelli 1956; Díaz-Vaz 1983; Roig 1992), salvo en algunos casos donde se citan lisas (Heinz 2004; Gasson *et al.* 2011), paredes finales noduladas (Peirce 1937; Boutelje 1955; Greguss 1955; Tortorelli 1956; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004; Gasson *et al.* 2011). Con hendiduras (Peirce 1937; Boutelje 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004;

Gasson *et al.* 2011). Punteaduras tipo cupresoides (Boutelje 1955; Díaz-Vaz 1983; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gasson *et al.* 2011; Kribs 1959; Peirce 1937; Roig 1992; Wagemann 1949; Boutelje 1955; Heinz 2004; Gasson *et al.* 2011) y de tipo taxodioide en la madera de primer crecimiento (Boutelje 1955; Heinz 2004; Gasson *et al.* 2011). Frecuentemente entre 1 y 4 punteaduras por campo (Burgerstein 1908; Boutelje 1955; Díaz-Vaz 1983; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gasson *et al.* 2011; Kribs 1959; Roig 1992; Wagemann 1949), ocasionalmente entre 3 y 5 (Tortorelli 1956; Ortiz Cespedes 1959). Casi exclusivamente uniseriados, salvo en algunos casos donde se citan parcialmente biseriados (Boutelje 1955; Díaz-Vaz 1983; Tortorelli 1956; Kribs 1959), de altura comprendida entre 1 y 15 células (Boutelje 1955; Findlay y Levy 1970; Díaz-Vaz 1983; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gasson *et al.* 2011; Kribs 1959; Peirce 1937; Roig 1992; Wagemann 1949), aunque también se han descrito inferiores entre 1 y 6 (Schmidt 1951; Tortorelli 1956) y superiores, entre 1 y 20 células (Greguss 1955; Ortiz Cespedes 1959). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Fitzroya cupressoides*.

RESULTADOS

Tabla 17. Caracteres anatómicos observados en *Fitzroya cupressoides*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Fitzroya cupressoides</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-
	Transición abrupta (42)	X
	Transición gradual (43)	-
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	-
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	X
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	X
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-
	Verrugosidades (60)	X
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-
	Trabécula	X
Parénquima axial	Presente (72)	X
	Distribución difusa (73)	X
	Distribución tangencial (74)	X
	Distribución terminal (75)	-
	Paredes transversales lisas (76)	-
	Paredes transversales irregulares (77)	X
	Paredes transversales noduladas (78)	X
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	(X)
	Paredes finales noduladas (86)	X
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	X
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	(X)
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	(X)
	Entre 5-15 células de altura	X
	Entre 16-30 células de altura	-
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-
	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

Fitzroya cupressoides junto con *Austrocedrus chilensis* y *Pilgerodendron uviferum*, son los únicos representantes de la familia Cupressaceae en el continente sudamericano, fácilmente diferenciables según [Gausсен \(1968\)](#). Las claves de identificación que incorporan estas especies muestran una clara diferenciación de sus maderas en cuanto al color del duramen y el olor de su madera. *Fitzroya* presenta un color rojizo frente al color marrón de *Austrocedrus* y *Pilgerodendron* ([Cristiani 1978](#); [Díaz-Vaz 1979](#); [Roig 1992](#)), y únicamente *Pilgerodendron* tiene un olor avainillado, persistente y algo picante, mientras que en *Austrocedrus* es menos marcado y *Fitzroya* no posee aroma característico ([Díaz-Vaz 1979](#); [Roig 1992](#)). En la clave de identificación creada por [Valley y Wycombe \(1971\)](#), *Fitzroya* es semejante a *J. virginiana*, diferenciándose de esta por la ausencia de olor frente al olor a cedro característico de *J. virginiana*. Finalmente entre los géneros del hemisferio sur, [Peirce \(1937\)](#) destaca la semejanza entre *Diselma*, *Fitzroya* y *Libocedrus*, diferenciándose por la altura de los radios leñosos, la disposición de las punteaduras areoladas y la cantidad de resina en los radios leñosos. *Diselma* se diferencia por una altura de sus radios por debajo de 12 células y punteaduras radiales exclusivamente uniseriadas, frente a las 20-24 células de altura de los otros dos géneros y la presencia ocasional de punteaduras biseriadas. Entre *Fitzroya* y *Libocedrus* destaca la gran cantidad de resina en los radios de *Libocedrus*.

El color rojizo de su duramen, se asemeja al descrito para otras especies de Cupressaceae, denominadas por [Ahuja \(2009\)](#) como “redwoods”, en las que incluye *Cryptomeria japonica*, *Cu. lanceolata*, *Metasequoia glyptostroboides*, *Sequoia sempervirens*, *Sequoiadendron giganteum* y *Tetraclinis articulata*. Diversos estudios destacan el parecido entre *Fitzroya* y *Sequoia* ([Bernath 1937](#); [Schmidt 1951](#); [Gottwald 1958](#); [Kribs 1959](#); [Ortiz Cespedes 1959](#); [Kukachka 1960](#); [Kukachka 1970](#); [Rendle 1969b](#); [Chudnoff 1984](#); [Collardet y Besset 1992](#); [Gasson 2011](#)), anatómicamente diferenciables por sus radios leñosos ([Kukachka 1960](#)). [Schmidt \(1951\)](#) señala que este color es parecido a otras coníferas con las que comparte territorio como *Pilgerodendron*, *Podocarpus* L'Hér. ex Pers. y *Araucaria* Juss. Finalmente la madera de *Fitzroya* se puede confundir con tujas y cipreses según [Howard \(1920\)](#), especialmente *Th. plicata* ([Patterson 1988](#)).

Cuando el duramen presenta una tonalidad anaranjada, la madera de *Fitzroya* se asemeja a *Taxus* L., pero con tonos más oscuros que recuerdan a *Th. plicata* y *L. bidwillii* ([Phillips 1948](#)). El estudio anatómico permite separar fácilmente la madera de *Fitzroya* de *Taxus* y *Thuja*, y gracias al brillo presente de la madera recién corta de *Fitzroya* se diferencia de *Libocedrus* ([Phillips 1948](#)).

Anatómicamente [Phillips \(1948\)](#) señala que *Fitzroya* se puede distinguir de todas las coníferas salvo de *J. lucayana*, *J. virginiana* y *Cal. decurrens*, ya que presentan como *Fitzroya* las punteaduras de campo de cruce tipo cupresoides, las paredes transversales del parénquima axial noduladas y las paredes finales noduladas en el parénquima radial. El número de punteaduras por campo de cruce y la ausencia de espacios intercelulares permiten separar *Fitzroya* de *Juniperus*, y del resto de especies por la ausencia de olor de su madera ([Phillips 1948](#)).

De forma genérica puede considerarse con albura y duramen diferenciados, de color marrón rojizo, ocasionalmente anaranjado o rosado, el duramen, y la albura blanquecina. Carente de olor y sabor característicos.

Anatómicamente, *Fitzroya* (Tabla 17) presenta anillos de crecimiento diferenciados, de transición abrupta (Figura 26 A).

Traqueidas de contorno poligonal. Punteaduras areoladas radiales exclusivamente uniseriadas, descritas ocasionalmente como biseriadas (Peirce 1937; Boutelje 1955; Greguss 1955; Findlay y Levy 1970; Roig 1992). Punteaduras presentes en la pared tangencial (Figura 26 D, E). Las traqueidas axiales presentan punteaduras con toro definido. Greguss (1955) apunta que el borde de las punteaduras de *Fitzroya* presenta una gran diversidad de ornamentación y estructura que no se observa en ninguna otra especie. En las muestras estudiadas se han observado extensiones de toro (Figura 26 F), como las descritas por diversos autores (Boutelje 1955; Greguss 1955; Findlay y Levy 1970; Willebrand 1995; IAWA Committee 2004; Heinz 2004), pero no el toro estrellado observado por Roig (1992). Boutelje (1955) señala la presencia de extensiones de toro, que permite diferenciar la madera de *Fitzroya* frente a *Calocedrus* y otras especies semejantes del hemisferio norte. No se observan depósitos en las traqueidas como citan Barefoot y Hankins (1982) o Díaz-Vaz (2003). Presencia clara de verrugosidades (Figura 26 G) (Cronshaw *et al.* 1961; Liese 1965a; Findlay y Levy 1970; Roig 1992; IAWA Committee 2004). La escasa referencia a las trabéculas, contrasta con la abundante presencia de las mismas en las muestras estudiadas (Figura 26 C). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides.

En cuanto al parénquima axial, su distribución se ha observado como difusa y tangencial (Figura 26 A). Las paredes transversales son irregulares y noduladas (Figura 26 B). La presencia de varios tipos de pared transversal coincide con la bibliografía citada, donde aparecen como lisas e irregulares (Greguss 1955; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002), lisas y noduladas (Esteban *et al.* 2004; Gasson *et al.* 2011), o de los tres tipos (Heinz 2004), según los autores.

Radiales leñosos compuestos únicamente de parénquima radial, aunque algunos autores citan la presencia de traqueidas radiales (Peirce 1937; Boutelje 1955; Kribs 1959; Heinz 2004). Las paredes horizontales son lisas (Figura 26 Hb), aunque en varios casos se han citado como punteadas (Peirce 1937; Boutelje 1955; Greguss 1955; Tortorelli 1956; Díaz-Vaz 1983; Roig 1992). Las paredes finales se observan noduladas (Figura 26 Ha) y ocasionalmente también lisas. Se ha observado la presencia de hendidura (Figura 26 I).

Las punteaduras de los campos de cruce son de tipo cupresoide (Figura 26 J), siendo el valor más frecuente entre 1 y 3 punteaduras por campo, con máximos comprendidos entre 3 y 5. Los radios más abundantes presentan entre 1 y 10 células de altura, llegando hasta 15, generalmente uniseriados. Peirce (1937) describe la mitad de los radios como biseriados, al igual que en *Austrocedrus*, posiblemente debido a la localización de la muestra estudiada dentro del árbol, influenciada por la edad cambial (Kucera y Bosshard 1975). No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

Según Kukachka (1960), *Fitzroya* y *Sequoia* se diferencian anatómicamente por la presencia de hendiduras, las paredes finales noduladas, campo de cruce tipo cupresoide y la altura de los radios inferior a 12 células de *Fitzroya*. Roig (1992) señala que se diferencian *Fitzroya*, *Austrocedrus* y *Pilgerodendron*, por las características del toro, la distribución del parénquima, la tipología de las paredes finales y la altura de los radios. Boutelje (1955) diferencia la madera de *Fitzroya* frente a *Calocedrus* y *Austrocedrus* en base a la altura de los radios y la distribución del parénquima.

Láminas género *Fitzroya*

Figura 26. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Fitzroya*. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición abrupta y parénquima axial en distribución difusa y tangencial. B, Pared transversal del parénquima axial nodulada. C, Trabécula. D-E, Punteaduras areoladas en la pared tangencial de las traqueidas en el final del anillo de crecimiento. F, Extensiones de toro. G, Verrugosidades. H, Paredes finales del parénquima radial noduladas (a) y horizontales lisas (b). I, Hendidura. J, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresioide. Escalas: A, 200 µm; B-G-H-J, 25 µm; C, 5 µm; D, 50 µm; E, 100 µm; I, 10 µm.

4.1.12.- Anatomía de la madera del género *Fokienia* A.Henry & H.H.Thomas (1911).

4.1.12.1. *Fokienia hodginsii* (Dunn) A.Henry & H.H.Thomas

Información general y distribución geográfica

Ciprés de Fujian, Fokienpoh, Fu Jian Bai, Pé-mou o Phay sung. Se distribuye en China en las provincias de Yunnan, Sichuan, Jiangxi, Hunan, Guizhou, Guangxi, Guangdong, Fujian, Zhejiang, y en Laos, Tonkín y Vietnam, en altitudes comprendidas entre 350 y 2.000 m (Farjon 2005).

Catalogada por IUCN (2014) como VU (vulnerable) y de tendencia poblacional desconocida. Las amenazas que afectan a esta especie son las talas legales e ilegales, que están diezmando la población. Aunque muchas de sus poblaciones se encuentran en áreas protegidas, siguen estando amenazadas por la tala ilegal.

Madera muy valorada en Asia, empleada para mobiliario y construcciones exteriores debido a su gran resistencia a pudriciones. Muy plantada en cementerios y parques de China.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Fokienia hodginsii* (Dunn) A.Henry & H H.Thomas, Gard. Chron., ser. 3, 49: 67 (1911).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus hodginsii* Dunn, J. Linn. Soc., Bot. 38: 367 (1908).
 - *Chamaecyparis hodginsii* (Dunn) Rushforth, J. Biol. (Vietnam) 29(3): 38 (2007).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Fokienia kawaii* Hayata, Bot. Mag. (Tokyo) 31: 116 (1917).
 - *Fokienia maclurei* Merr., Philipp. J. Sci. 21: 492 (1922).
 - *Fokienia hodginsii* var. *kawaii* (Hayata) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 7: 24 (2000).
 - *Fokienia hodginsii* subsp. *kawaii* (Hayata) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 4 (2006).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un color marrón de tonalidad amarillenta (Tang 1933; Phillips 1948; Esteban *et al.* 1991, 1996; Collardet y Besset 1992; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010) el duramen, y la albura rosada (Esteban *et al.* 1991, 1996; Collardet y Besset 1992), rojiza (Tang 1933; Phillips 1948; Jiang *et al.* 2010) o blanco amarillenta (Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Olor semejante al ciprés (Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Sabor amargo (Jiang *et al.* 2010).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Lecomte 1926; Tang 1933; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), ocasionalmente poco diferenciados (Fang y Wu 2010), de transición abrupta (Tang 1933) o gradual (Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Presencia de falsos anillos de crecimiento (Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.**- Sección

transversal de contorno poligonal (Peirce 1937; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), ocasionalmente redondeadas dando lugar a espacios intercelulares (Fang y Wu 2010). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Tang 1933; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas (Tang 1933; Peirce 1937; Greguss 1955; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010), generalmente en la madera de primer crecimiento. Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Tang 1933; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Fang y Wu 2010). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Gadek *et al.* 2000). Verrugosidades presentes (Greguss 1955; Xiaomei y Ying 1989; Heinz 2004). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Tang 1933; Peirce 1937; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010) y tangencial (Tang 1933; Peirce 1937; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales lisas (Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), irregulares (Peirce 1937; Greguss 1955; Heinz 2004) y noduladas (Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004; Gadek *et al.* 2000; Fang y Wu 2010). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha descrito la presencia ocasional de traqueidas radiales (Peirce 1937; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Paredes horizontales lisas (Peirce 1937; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010), ocasionalmente punteadas (Peirce 1937; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), y paredes finales lisas (Peirce 1937; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004; Gadek *et al.* 2000; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresioide (Peirce 1937; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010) y taxodioide (Heinz 2004), entre 1 y 4 (Tang 1933; Esteban *et al.* 1996; Jiang *et al.* 2010), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004; Fang y Wu 2010), pudiendo llegar hasta 6 (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Fang y Wu 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Peirce 1937; Lecomte 1926; Esteban *et al.* 2004; Jiang *et al.* 2010), generalmente entre 1 y 7 (Tang 1933; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002), con máximos descritos de hasta 24 células (Peirce 1937). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Fokienia hodginsii*.

RESULTADOS

Tabla 18. Caracteres anatómicos observados en *Fokienia hodginsii*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Fokienia hodginsii</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-
	Transición abrupta (42)	X
	Transición gradual (43)	-
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriadas (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	-
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	X
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-
	Verrugosidades (60)	(X)
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-
	Trabécula	X
Parénquima axial	Presente (72)	X
	Distribución difusa (73)	-
	Distribución tangencial (74)	X
	Distribución terminal (75)	(X)
	Paredes transversales lisas (76)	X
	Paredes transversales irregulares (77)	(X)
	Paredes transversales noduladas (78)	X
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	(X)
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	(X)
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	X
	Entre 5-15 células de altura	(X)
	Entre 16-30 células de altura	-
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

Son escasas las claves de identificación que incorporan esta especie. [Peirce \(1937\)](#) la separa de *Chamaecyparis* por la presencia de abundantes punteaduras en las paredes horizontales del parénquima radial de *Fokienia*. [Fang y Wu \(2010\)](#), dentro de las cupresáceas presentes en Hunan (China), diferencian la madera de *Fokienia* de *Metasequoia* por la distribución del parénquima, siendo tangencial en *Fokienia* y en *Metasequoia* tanto difuso como tangencial

Madera de albura y duramen diferenciados, de color marrón amarillento el duramen y la albura blanca con tonalidades rosada, rojiza o amarillenta. Considerada muy semejante a *C. obtusa* ([Dallimore y Jackson 1923](#)). Olor característico y sabor amargo.

Microscópicamente se compara con *C. sempervirens* por la sección tangencial y con *Thuja* o *Calocedrus* por la transversal ([Metcalf 1931](#); [Gaussen 1968](#)), diferenciándose de *Thuja* por una mayor presencia de parénquima axial en *Fokienia* ([Metcalf 1931](#); [Gaussen 1968](#)). Todas estas especies presentan anillos de crecimiento diferenciados de transición abrupta, el parénquima axial se distribuye de manera tangencial y los radios leñosos son uniseriados y homogéneos ([Metcalf 1931](#)).

Anatómicamente, *Fokienia* (Tabla 18) presenta anillos de crecimiento diferenciados, de transición abrupta (Figura 27 A), descrita también como gradual ([Fang y Wu 2010](#); [Jiang et al. 2010](#)).

Traqueidas de contorno poligonal. No se observan los espacios intercelulares mencionados por [Fang y Wu \(2010\)](#). Punteaduras areoladas radiales exclusivamente uniseriadas, aunque se citan de frecuentemente como parcialmente biseriadas en la madera de primer crecimiento ([Tang 1933](#); [Peirce 1937](#); [Greguss 1955](#); [Fang y Wu 2010](#); [Jiang et al. 2010](#)). Punteaduras presentes en la pared tangencial (Figura 27 D, E), asociada a la madera final. No se observan barras de Sanio como las descritas por [Fang y Wu \(2010\)](#). Punteaduras areoladas con toro definido. Finas verrugosidades presentes (Figura 27 F). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Presencia de trabécula (Figura 27 G).

Parénquima axial abundante, de distribución tangencial (Figura 27 A) de acuerdo con la bibliografía estudiada ([Tang 1933](#); [Peirce 1937](#); [Esteban et al. 1996, 2002, 2004](#); [Heinz 2004](#); [Fang y Wu 2010](#); [Jiang et al. 2010](#)), y ocasionalmente también terminal (Figura 27 A), distribución no citada anteriormente para esta especie. Paredes transversales lisas y también noduladas (Figura 27 B), ocasionalmente irregulares (Figura 27 C). [Phillips \(1948\)](#) considera que la madera de *Fokienia* es fácilmente diferenciable del resto de cupresáceas por las paredes transversales noduladas del parénquima axial, salvo de *Ch. lawsoniana*.

Radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial, aunque [Peirce \(1937\)](#), [Fang y Wu \(2010\)](#) y [Jiang et al. \(2010\)](#) describen la presencia ocasional de traqueidas radiales. Las paredes horizontales y finales son lisas (Figura 27 Ha) de acuerdo con el resto de autores. Se han observado leves hendiduras (Figura 27 Hb) ([Esteban et al. 2002, 2004](#); [Jiang et al. 2010](#)). Punteaduras del campo de cruce tipo cupresóide (Figura 27 I), siendo el número más frecuente entre 1 y 4 por campo. Radios leñosos uniseriados, de altura comprendida entre 1 y 10 células. No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

Láminas género *Fokienia*

Figura 27. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Fokienia*. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición abrupta y parénquima axial en distribución tangencial y terminal. B, Pared transversal del parénquima axial nodulada. C, Pared transversal del parénquima axial irregular. D-E, Punteaduras areoladas en la pared tangencial de las traqueidas. F, Verrugosidades. G, Trabécula. H, Paredes finales del parénquima radial lisas (a) , hendidura presente (b). I, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide. Escalas: A, 150 μm ; B-C-D-G, 25 μm ; E, 50 μm ; H, 10 μm .

4.1.13.- Anatomía de la madera del género *Glyptostrobus* Endl. (1847).

4.1.13.1. *Glyptostrobus pensilis* (Staunton ex D. Don) K. Koch

Información general y distribución geográfica

Chinese Swamp Cypress, Chinese Water Fir, Ciprés Chino o Shui Song. Se distribuye por los terrenos pantanosos del sur de China, en las provincias de Fujian, Guangdong, incluyendo la isla de Hainan, Guangxi, Sichuan y sureste de Yunnan, y el norte de Vietnam, en altitudes comprendidas entre el nivel del mar y 730 metros (Farjon 2005).

Catalogada por IUCN (2014) como CR (en peligro crítico) y de tendencia poblacional decreciente. Amenazada principalmente por la pérdida del hábitat debido a la agricultura. Recientemente se ha informado de la tala ilegal de árboles dentro de las reservas naturales. Como medida de conservación se está solicitando una mayor figura de protección.

Madera empleada en la construcción de edificios, barcos, vehículos y mobiliario. También empleada como material de embalaje y para papel. Las raíces poseen una gran flotabilidad por lo que se emplea en la fabricación de boyas, corchos de botellas, etc. A menudo es plantada en lugares húmedos para el control de la erosión por viento.

Sinónimo (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Glyptostrobus pensilis* (Staunton ex D. Don) K. Koch, Dendrologie 2(2): 191 (1873).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Thuja pensilis* Staunton ex D. Don in A.B. Lambert, Descr. Pinus, ed. 2, 2: 115 (1828).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Thuja pensilis* Abel in G.L. Staunton, Account Embassy China 1: 436 (1797), nom. inval.
 - *Thuja lavandulifolia* Poir. in J.B.A.M. de Lamarck, Encycl., Suppl. 5: 303 (1817).
 - *Juniperus aquatica* Roxb., Fl. Ind. ed. 1832, 3: 838 (1832).
 - *Taxodium heterophyllum* Brongn., Ann. Sci. Nat. (Paris) 30: 184 (1833), pro syn.
 - *Taxodium japonicum* var. *heterophyllum* Brongn., Ann. Sci. Nat. (Paris) 30: 184 (1833).
 - *Taxodium sinense* J. Forbes, Pinet. Woburn.: 179 (1839).
 - *Glyptostrobus heterophyllus* (Brongn.) Endl., Syn. Conif.: 70 (1847).
 - *Schubertia nucifera* Denham ex Endl., Syn. Conif.: 70 (1847).
 - *Cupressus nucifera* Carrière, Traité Gén. Conif.: 151 (1855).
 - *Sabina aquatica* (Roxb.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 70 (1857).
 - *Taxodium japonicum* Dehnh. ex Gordon, Pinetum: 89 (1858), nom. inval.
 - *Cupressinnata heterophylla* (Brongn.) J. Nelson, Pinaceae: 61 (1866).
 - *Cupressinnata sinensis* (J. Forbes) J. Nelson, Pinaceae: 61 (1866).
 - *Glyptostrobus sinensis* A. Henry ex Loder, Gard. Chron., ser. 3, 66: 259 (1919).
 - *Glyptostrobus aquaticus* (Roxb.) R. Parker, Indian Forester 51: 61 (1925).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono marrón que varía desde el amarillento hasta el rojizo para el duramen (Henry y McIntyre 1926; Esteban *et al.* 1996; Jiang *et al.* 2010), y la albura de color blanco amarillento (Henry y McIntyre 1926; Jiang *et al.* 2010). Algunos autores no consideran diferenciación, definiendo a la madera desde marrón amarillento hasta rosado (Tang 1933), incluso rojizo (Tang 1933). Olor característico (Esteban *et al.* 1996; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Jiang *et al.* 2010). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Henry y McIntyre 1926; Tang 1933; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Jiang *et al.* 2010), de transición gradual (Henry y McIntyre 1926; Tang 1933; Peirce 1936; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Jiang *et al.* 2010), ocasionalmente abrupta (Peirce 1936; Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Henry y McIntyre 1926; Tang 1933; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Henry y McIntyre 1926; Tang 1933; Peirce 1936; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar a presentarse multiseriadas (Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Jiang *et al.* 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Henry y McIntyre 1926; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Jiang *et al.* 2010). Alrededor de las punteaduras biseriadas, se encuentran barras de Sanio (Gerry 1910; Peirce 1936; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Gadek *et al.* 2000). Verrugosidades presentes (Xiaomei y Ying 1989). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Presencia de trabécula (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Henry y McIntyre 1926; Tang 1933; Peirce 1936; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010) y tangencial (Tang 1933; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales ocasionalmente lisas (Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Jiang *et al.* 2010), pero generalmente noduladas (Henry y McIntyre 1926; Peirce 1936; Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Tang 1933; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Jiang *et al.* 2010), ocasionalmente punteadas (Henry y McIntyre 1926; Peirce 1936), y paredes finales lisas (Henry y McIntyre 1926; Tang 1933; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Jiang *et al.* 2010). Presencia de separaciones entre las células del radio (Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003). Con hendiduras (Peirce 1936; Barefoot y Hankins 1982). Punteaduras tipo cupresoide (Esteban *et al.* 2002, 2004) y taxodioide (Phillips 1948; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Entre 1 y 4 punteaduras por campo (Henry y McIntyre 1926; Tang 1933; Peirce 1936; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Jiang *et al.* 2010), generalmente entre 1 y 2 (Tang 1933; Esteban *et al.* 1996), con máximos de hasta 6 punteaduras por campo (Henry y McIntyre 1926; Peirce 1936; Greguss 1955; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Jiang *et al.* 2010). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1936; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Henry y McIntyre

RESULTADOS

1926; Tang 1933; Peirce 1936; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004), y entre 16 y 30 (Peirce 1936; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), con máximos de hasta 35 células (Jiang *et al.* 2010). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Glyptostrobus pensilis*.

RESULTADOS

Tabla 19. Caracteres anatómicos observados en *Glyptostrobus pensilis*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

	<i>Características anatómicas</i>	<i>Glyptostrobus pensilis</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-
	Transición abrupta (42)	-
	Transición gradual (43)	X
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	X
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-
	Verrugosidades (60)	X
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-
	Trabécula	-
Parénquima axial	Presente (72)	X
	Distribución difusa (73)	X
	Distribución tangencial (74)	X
	Distribución terminal (75)	(X)
	Paredes transversales lisas (76)	-
	Paredes transversales irregulares (77)	(X)
	Paredes transversales noduladas (78)	X
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	(X)
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	X
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	(X)
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-
	Entre 5-15 células de altura	X
	Entre 16-30 células de altura	(X)
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

Henry y McIntyre (1926) diferencian *Glyptostrobus*, *Taxodium*, *Sequoia* y *Sequoiadendron* de la siguiente manera: macroscópicamente *Taxodium* presenta un color marrón oscuro frente al rojizo de las otras tres; microscópicamente todas presentan punteaduras biseriadas salvo *Sequoiadendron*, las paredes transversales del parénquima axial son exclusivamente lisas en *Sequoia*, los radios más altos se presentan en *Taxodium* y *Sequoia* pero *Sequoia* presenta una mayor cantidad de biseriados, siendo las paredes finales lisas en los cuatro géneros, las paredes horizontales son exclusivamente lisas en *Sequoia* y *Sequoiadendron*, finalmente el mayor número de punteaduras por campo de cruce aparecen en *Glyptostrobus* y *Sequoia*.

De forma genérica puede considerarse la madera de *Glyptostrobus* con una albura y duramen diferenciados, de color marrón que varía desde el amarillento hasta el rojizo para el duramen, y una albura blanco amarillenta. De olor característico similar a *Thuja* (Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003). Sin sabor característico.

Anatómicamente, *Glyptostrobus* (Tabla 19) presenta anillos de crecimiento diferenciados, con una transición gradual (Figura 28 A).

Traqueidas de contorno poligonal. Punteaduras areoladas dispuestas de manera uniseriada y ocasionalmente biseriadas opuestas en la madera de primer crecimiento, no se aprecian multiseriadas como citan otros autores (Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Jiang *et al.* 2010). Se han observado punteaduras en la pared tangencial (Figura 28 D), asociadas generalmente a la madera tardía, como han citado varios autores (Henry y McIntyre 1926; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Jiang *et al.* 2010). No se observan barras de Sanio, carácter muy llamativo para esta especie según Gerry (1910) y como describen otros autores (Gerry 1910; Peirce 1936; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras areoladas con toro definido. Verrugosidades presentes (Figura 28 E) (Xiaomei y Ying 1989). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides.

Parénquima axial presente. Distribuido generalmente de manera difusa, tangencial (Figura 28 A) y ocasionalmente terminal. Paredes transversales casi exclusivamente noduladas (Figura 28 C), ocasionalmente irregulares (Figura 28 B), lisas según indican otros autores (Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Jiang *et al.* 2010). Visscher (2002) y Visscher y Jagels (2003) diferencian las maderas de *Metasequoia* y *Glyptostrobus* fundamentalmente por el parénquima axial, de distribución difusa y paredes transversales generalmente lisas en *Metasequoia*, frente a la distribución tangencial y paredes transversales noduladas de *Glyptostrobus*.

Radiales leñosos compuestos únicamente de parénquima radial. Paredes horizontales y finales lisas (Figura 28 F). Presencia leve de hendiduras (Figura 28 G) (Peirce 1936; Barefoot y Hankins 1982). No se han observado las separaciones entre células de radio descritas por Visscher (2002) y Visscher y Jagels (2003), empleadas en la diferenciación entre *Glyptostrobus* y *Metasequoia*.

Punteaduras tipo cupresoide (Figura 28 H) y taxodioide (Figura 28 I) como describen varios autores (Esteban *et al.* 2002, 2004), con un rango observado comprendido entre 1 y 4 punteaduras por campo. Dentro de la antigua familia Taxodiaceae, Peirce (1936) considera como elemento diferenciador el número de punteaduras por campo de cruce.

Radiales leñosos exclusivamente uniseriados, aunque se han citado ocasionalmente parcialmente biseriados (Peirce 1936; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003), de altura media alta, entre 5 y 20 células. No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

Phillips (1948) considera microscópicamente similares las especies de *Glyptostrobus*, *Thuja* y *Thujopsis*.

Láminas género *Glyptostrobus*

Figura 28. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Glyptostrobus*. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual y parénquima en distribución tangencial. B, Pared transversal del parénquima axial irregular. C, Pared transversal del parénquima axial nodulada. D, Punteaduras areoladas en la pared tangencial de las traqueidas. E, Verrugosidades. F, Paredes horizontales y finales lisas. G, Hendiduras. H, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresioide. I, Punteaduras del campo de cruce tipo taxodioide. Escalas: A, 100 µm; B-C-D, 20 µm; F-G-H-I, 10 µm.

4.1.14.- Anatomía de la madera del género *Juniperus* L. (1753).

El género *Juniperus* L. se distribuye en Europa, Asia, América del Norte y África. Es el segundo género más numeroso dentro de las coníferas. Actualmente World Checklist considera que este género consta de 67 especies con 50 variedades y 1 forma, número superior a las 52 especies, 10 subespecies, 43 variedades y 1 forma contempladas por Farjon (2005). Uno de los estudios más completos sobre este género define 67 especies, 37 variedades y 7 formas (Adams 2011). En este estudio se seguirá el tratamiento taxonómico descrito por Farjon (2005).

IUCN (2014) muestra dos de sus especies catalogadas como en peligro crítico (CR): *J. bermudiana* de tendencia poblacional creciente y *J. saxicola* de tendencia poblacional decreciente; siete como en peligro (EN): *J. cedrus*, *J. comitana*, *J. gamboana*, *J. gracilior*, *J. jaliscana*, *J. saltillensis* y *J. standleyi*, todas ellas de tendencia poblacional decreciente; cuatro como vulnerables (VU): *J. angosturana*, *J. barbadensis*, *J. brevifolia* y *J. tibetica*, todas de tendencia poblacional decreciente; tres como amenazadas (NT): *J. blancoi* de tendencia poblacional estable, *J. pingii* de tendencia poblacional decreciente y *J. taxifolia* de tendencia poblacional desconocida; y las treinta y seis restantes como sin amenazas (LC), tres de ellas de tendencia poblacional decreciente, 18 estables, 12 crecientes y 3 de tendencia poblacional desconocida.

Las amenazas que afectan a este género son principalmente el pastoreo, su uso como leña, las talas ilegales, los cambios del uso del suelo y los incendios, y en menor medida la urbanización y la invasión de otras especies. La mayoría de *Juniperus* presentan poblaciones dentro de áreas protegidas. Requieren urgentes medidas de protección: *J. saltillensis*, *J. saxicola*, *J. standleyi* y *J. tibetica*.

Los nuevos estudios filogenéticos están poniendo en duda la taxonomía de este género, elevando variedades y subespecies a especies.

4.1.14.1. *Juniperus angosturana* R.P.Adams

Información general y distribución geográfica

Se distribuye en México en Coahuila, Hidalgo, Nuevo León, San Luis Potosí y Tamaulipas, en altitudes comprendidas entre 1.100 y 2.140 m (Farjon 2005).

No se están llevando a cabo acciones específicas de conservación para esta especie.

Empleada para la construcción del vallado y postes.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus angosturana* R.P.Adams, Biochem. Syst. Ecol. 22: 704 (1994).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Juniperus monosperma* var. *gracilis* Martínez, Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México 17: 109 (1946).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón claro el duramen y la albura de color amarillento (Huerta Crespo 1978). Carente de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Huerta Crespo 1978; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002), de transición gradual (Huerta Crespo 1978). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Huerta Crespo 1978; Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de espacios intercelulares (Huerta Crespo 1978; ter Welle y Adams 1998). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Huerta Crespo 1978; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Huerta Crespo 1978; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Escaso (Huerta Crespo 1978; Esteban *et al.* 2002, 2004), de distribución difusa (Huerta Crespo 1978; Esteban *et al.* 2002, 2004) y tangencial (ter Welle y Adams 1998). Paredes transversales noduladas (ter Welle y Adams 1998). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales punteadas (Huerta Crespo 1978; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004) y paredes finales noduladas (Huerta Crespo 1978; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004). Con hendiduras (Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresioide (Huerta Crespo 1978; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004), ocasionalmente tipo taxodioide (Huerta Crespo 1978), frecuentemente entre 1 y 4 punteaduras por campo (Huerta Crespo 1978; Esteban *et al.* 2002, 2004). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Huerta Crespo 1978; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Huerta Crespo 1978; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2004), frecuentemente entre 3 y 5 (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.2. *Juniperus ashei* J.Buchholz

Información general y distribución geográfica

Ashe Juniper, Mexican Juniper, Mountain Cedar, Ozark White Cedar, Post Cedar o Rock Cedar. Se distribuye en México en Coahuila, y en Estados Unidos en Arkansas, Missoiuri, Oklahoma y Tejas, en altitudes comprendidas entre 600 y 1.550 m (Farjon 2005).

No se están llevando a cabo acciones específicas de conservación para esta especie.

Antiguamente se empleaba en la construcción del vallado, pero actualmente su uso se centra en la producción de aceite para la creación de fragancias.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus ashei* J.Buchholz, Bot. Gaz. 90: 329 (1930).
- No tiene sinónimos

Propiedades físicas

De color marrón (Flynn y Holder 2001). Olor característico (Anderson 1995; Flynn y Holder 2001). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (ter Welle y Adams 1998; Flynn y Holder 2001; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Espacios intercelulares presentes (Kaeiser 1951; ter Welle y Adams 1998;

Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Peirce 1937; Kaeiser 1951; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937; Kaeiser 1951). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Kaeiser 1951; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Peirce 1937) y tangencial (Peirce 1937; Kaeiser 1951; ter Welle y Adams 1998; Heinz 2004). Paredes transversales irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Kaeiser 1951; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). **Radios leñosos.-** Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha descrito la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Heinz 2004) y punteadas (Peirce 1937; Kaeiser 1951; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), paredes finales lisas (Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Kaeiser 1951; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Con hendiduras (Peirce 1937; Kaeiser 1951; Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresoide (Peirce 1937; Kaeiser 1951; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 4 (Esteban *et al.* 2002, 2004). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2004), generalmente entre 1 y 7 (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.-** No se han citado. **Inclusiones minerales.-** No se han descrito.

4.1.14.3. *Juniperus barbadensis* L.

Información general y distribución geográfica

Pencil Cedar. Las distintas variedades se conocen bajo los nombres de Barbados Cedar (var. *barbadensis*), Cèdre o Red Cedar (var. *lucayana*). Se distribuye en las Bahamas, Cuba, Haití, Jamaica y en las islas de Barlovento del mar Caribe, en altitudes comprendidas entre 30 y 1.530 m (Farjon 2005).

Tanto en las Bahamas, como en Jamaica y Santa Lucía, muchas de sus poblaciones se encuentran protegidas bajo el régimen de parques nacionales o UNESCO World Heritage Site.

Uso a nivel local, principalmente en Jamaica, donde se emplea en la fabricación de mobiliario y souvenirs.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus barbadensis* L., Sp. Pl.: 1039 (1753).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus virginiana* var. *barbadensis* (L.) Gordon, Pinetum: 114 (1858).
 - *Sabina barbadensis* (L.) Small, Fl. S.E. U.S.: 33 (1903).
- ✓ ***Juniperus barbadensis* var. *australis* (Endl.) ined..**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus virginiana* var. *australis* Endl., Syn. Conif.: 28 (1847).
 - *Sabina virginiana* var. *australis* (Endl.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 62 (1857).
 - *Juniperus australis* (Endl.) Pilg. in I.Urb. Symb. Antill. 7: 479 (1913).

- Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus lucayana* Britton in N.L.Britton & J.A.Shafer, N. Amer. Trees: 121 (1908).
 - *Juniperus barbadensis* var. *lucayana* (Britton) R.P.Adams, Phytologia 78: 145 (1995).
 - *Juniperus barbadensis* var. *jamaicensis* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 7: 24 (2000).
- ✓ ***Juniperus barbadensis* var. *barbadensis*.**
 - Sinónimo taxonómico:
 - *Juniperus virginiana humilis* Lodd., Cat. 1836: ? (1836).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón con un tono rojizo (Rendle 1969b; Patterson 1988) el duramen y la albura amarillenta (Rendle 1969b; Patterson 1988). Olor característico (Rendle 1969b; Howard 1920; Patterson 1988). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Greguss 1972; ter Welle y Adams 1998). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1972). Presencia de espacios intercelulares (ter Welle y Adams 1998). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Peirce 1937; Greguss 1972; ter Welle y Adams 1998), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (ter Welle y Adams 1998). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Peirce 1937; Greguss 1972) y tangencial (Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998). Paredes transversales noduladas (Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998). **Radiales leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913; Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Greguss 1972) y punteadas (Peirce 1937; Greguss 1972; ter Welle y Adams 1998), paredes finales lisas (Greguss 1972) y noduladas (Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998). Con hendiduras (Peirce 1937; Greguss 1972). Punteaduras tipo cupresoide (Peirce 1937; Greguss 1972; ter Welle y Adams 1998), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Greguss 1972). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998). De altura comprendida generalmente entre 1 y 10 células (ter Welle y Adams 1998). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.4. *Juniperus bermudiana* L.

Información general y distribución geográfica

Bermuda Cedar, Bermuda Red Cedar o Pencil Cedar. Se distribuye en las Bermudas, en altitudes comprendidas desde el nivel del mar hasta 50 m (Farjon 2005).

Empleada en muchas reforestaciones y cultivada en jardines por su actual inmunidad parcial o total a los insectos. Históricamente su madera se empleaba en la construcción de casas y barcos,

así como para mobiliario, vallado y pequeños objetos. Actualmente se considera como árbol ornamental y únicamente se comercia ilegalmente con la madera de ejemplares muertos.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ ***Juniperus bermudiana* L., Sp. Pl.: 1039 (1753).**

- Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus pyramidalis* Salisb., Prodr. Stirp. Chap. Allerton: 397 (1796), nom. superfl.
 - *Sabina bermudiana* (L.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 65 (1857).
 - *Juniperus virginiana* var. *bermudiana* (L.) Vasey, Dept. Rep. Dept. Agric. (Washington, DC) 1875: 185 (1876).
- Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus oppositifolia* Moench, Methodus: 699 (1794).
 - *Juniperus nepalensis* Loudon, Arbor. Frutic. Brit. 4: 2499 (1838).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón rojizo o rojo amarillento el duramen y la albura blanquecina o amarillenta (Lushington 1919). Olor característico (Lushington 1919; Howard 1920). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Howard 1920; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Esteban *et al.* 2002, 2004) y tangencial (Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004), irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Heinz 2004) y punteadas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), paredes finales noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Con hendiduras (Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresioide (Esteban *et al.* 2002, 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 4 (Esteban *et al.* 2002). Radios casi exclusivamente uniseriados (Esteban *et al.* 2002, 2004). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2004), generalmente entre 1 y 6 (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.5. *Juniperus blancoi* Martínez

Información general y distribución geográfica

Cedro, Enebro, Enebro de América o Hascal. Se distribuye en Méjico en Chihuahua, Sonora y Durango, en altitudes comprendidas entre 1.100 y 2.500 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de Community Forest Reserves.

Empleada localmente para la construcción de vallado y leña.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus blancoi* Martínez, *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México* 17: 73 (1946).
 - No tiene sinónimos
- ✓ *Juniperus blancoi* var. *blancoi*.
 - No tiene sinónimos
- ✓ *Juniperus blancoi* var. *mucronata* (R.P.Adams) Farjon, *World Checklist Bibliogr. Conifers*, ed. 2: 60 (2001).
 - No tiene sinónimos

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón claro o rosado el duramen y la albura blanco amarillenta (Esteban *et al.* 1991). Olor característico (Esteban *et al.* 1991). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

No se han encontrado descripciones de la anatomía de su madera. Ter Welle y Adams (1998) describen brevemente esta madera con anillos de crecimiento diferenciados, traqueidas con punteaduras en la pared radial uniseriadas, presencia en la pared tangencial asociadas a la madera tardía, espacios intercelulares presentes, parénquima axial en distribución tangencial y de paredes transversales noduladas, radios leñosos uniseriados sin traqueidas radiales, ocasionalmente biseriados, con paredes horizontales punteadas y paredes finales noduladas, punteaduras del campo de cruce tipo cupresoides y altura de los radios no superior a 10 células.

4.1.14.6. *Juniperus brevifolia* (Seub.) Antoine

Información general y distribución geográfica

Azores Juniper o Cedro. Se distribuye en las Azores, en altitudes comprendidas entre 240 y 800 m (Farjon 2005).

Protegida a nivel internacional por el convenio de Berna, muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de reservas y parques naturales.

No se han registrados usos comerciales para esta especie. Antiguamente se empleaba en la construcción de barcos y mobiliario.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus brevifolia* (Seub.) Antoine, *Cupress.-Gatt.*: 16 (1857).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus oxycedrus* var. *brevifolia* Seub., *Fl. Azor.*: 26 (1844).
 - *Juniperus rufescens* var. *brevifolia* (Seub.) Endl., *Syn. Conif.*: 11 (1847).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón rojizo el duramen y la albura amarillenta (de Palacios *et al.* 2014). Olor característico (de Palacios *et al.* 2014). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (de Palacios *et al.* 2014) o poco diferenciados (Greguss 1972), de transición abrupta (de Palacios *et al.* 2014). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1972; de Palacios *et al.* 2014). Presencia de espacios intercelulares (de Palacios *et al.* 2014). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Greguss 1972; de Palacios *et al.* 2014). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Greguss 1972; de Palacios *et al.* 2014). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Verrugosidades presentes (de Palacios *et al.* 2014). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (de Palacios *et al.* 2014), tangencial (Greguss 1972; de Palacios *et al.* 2014) y terminal (Greguss 1972). Paredes transversales noduladas (de Palacios *et al.* 2014). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (de Palacios *et al.* 2014) y punteadas (Greguss 1972), paredes finales lisas (Greguss 1972) y noduladas (Greguss 1972; de Palacios *et al.* 2014). Con hendiduras (Greguss 1972; de Palacios *et al.* 2014). Punteaduras tipo cupresoides (Greguss 1972; de Palacios *et al.* 2014), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Greguss 1972; de Palacios *et al.* 2014). Radiales exclusivamente uniseriados (de Palacios *et al.* 2014). De altura comprendida entre 1 y 15 células (de Palacios *et al.* 2014), generalmente entre 1 y 8 (Greguss 1972). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.7. *Juniperus californica* Carrière

Información general y distribución geográfica

Califronia Juniper, Cedro, Enebro, Enebro de América, Hascal o Huata. Se distribuye en Méjico en la zona norte de Baja California, y en Estados Unidos al oeste de Arizona, California y sur de Nevada, en altitudes comprendidas entre 500 y 1.400 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran en áreas protegidas.

No se han registrados usos comerciales para esta especie. Antiguamente se empleaba en la construcción del vallado.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus californica* Carrière, Rev. Hort. (Paris), sér. 4, 3: 352 (1854).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Sabina californica* (Carrière) Antoine, Cupress.-Gatt.: 52 (1857).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus pyriformis* A.Murray, Gard. Chron. 1855: 420 (1855).
 - *Juniperus cedrosiana* Kellogg, Hesperian (San Francisco) 4: 3 (1860).
 - *Juniperus cerrosianus* Kellogg, Proc. Calif. Acad. Sci. 2: 37 (1863).
 - *Juniperus californica* f. *lutheyana* J.T.Howell & Twisselm., Four Seasons 2(4): 16 (1968).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón claro (Sargent 1885; Esteban *et al.* 1991), rosado (Esteban *et al.* 1991) o rojizo (Sargent 1885) el duramen y la albura blanco amarillenta (Esteban *et al.* 1991). Olor característico (Esteban *et al.* 1991). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1896; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Peirce 1937) y tangencial (Penhallow 1896; Peirce 1937). Paredes transversales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004) y también noduladas (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). **Radiales leñosos.**- Homogéneos, aunque se ha descrito la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913; Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004) y punteadas (Peirce 1937), paredes finales noduladas (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Con hendiduras (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresoides (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Penhallow 1896; Peirce 1937). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2000, 2004), generalmente entre 1 y 8 (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.8. *Juniperus cedrus* Webb & Berthel

Información general y distribución geográfica

Canary Island Juniper, Cedro, Enebro Canario, Ginepro Canario, Gnévrier des Canaries o Kanarischer Wacholder. Se distribuye en las Islas Canarias y Madeira, en altitudes comprendidas entre 450 y 2.400 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de parques nacionales y zonas protegidas.

Antiguamente se empleaba en tornería y talla de pequeños objetos. Actualmente no se comercializa.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus cedrus* Webb & Berthel., Hist. Nat. Iles Canaries 3: 277 (1847).**
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus grandifolius* Link in C.L.von Buch, Phys. Besch. Canar. Ins.: 159 (1828), nom. inval. (Art. 34.1 ICBN)
 - *Juniperus webbii* Carrière, Traité Gén. Conif.: 13 (1855).
 - *Juniperus oxycedrus* subsp. *maderensis* Menezes, Bull. Acad. Int. Géogr. Bot. 18: xii (1908).
 - *Juniperus cedrus* f. *fastigiata* R.M.S.Vieira, Bol. Mus. Munic. Funchal 49: 143 (1997).
 - *Juniperus cedrus* subsp. *maderensis* (Menezes) Rivas Mart., Capelo, J.C.Costa, Lousã, Fontinha, R.Jardim & M.Seq., Itin. Geobot. 15: 703 (2002).
 - *Juniperus maderensis* (Menezes) R.P.Adams, Phytologia 92: 53 (2010).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón (Peraza y López 1967) con tonos rojizos (de Palacios *et al.* 2014) el duramen y la albura blanco amarillenta (Peraza y López 1967; de Palacios *et al.* 2014) o rosácea (Peraza y López 1967). Olor característico (Peraza y López 1967; de Palacios *et al.* 2014). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Peraza y López 1967; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; de Palacios *et al.* 2014), de transición abrupta (de Palacios *et al.* 2014). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Peraza y López 1967; Esteban *et al.* 2002, 2004; de Palacios *et al.* 2014). Presencia de espacios intercelulares (Esteban *et al.* 2002, 2004; de Palacios *et al.* 2014). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Peraza y López 1967; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; de Palacios *et al.* 2014), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peraza y López 1967). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2004; de Palacios *et al.* 2014). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Verrugosidades presentes (de Palacios *et al.* 2014). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Peraza y López 1967; Esteban *et al.* 2002, 2004; de Palacios *et al.* 2014) y tangencial (Peraza y López 1967; Greguss 1972; de Palacios *et al.* 2014). Paredes transversales lisas (Greguss 1972) y noduladas (Greguss 1972; de Palacios *et al.* 2014). **Radios leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; de Palacios *et al.* 2014) y punteadas (Greguss 1972), paredes finales lisas (Greguss 1972) y noduladas (de Palacios *et al.* 2014). Con hendiduras (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; de Palacios *et al.* 2014). Punteaduras tipo cupresoide (Peraza y López 1967; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; de Palacios *et al.* 2014), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Peraza y López 1967; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; de Palacios *et al.* 2014). Radios exclusivamente uniseriados (Peraza y López 1967; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; de Palacios *et al.* 2014). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Peraza y López 1967; Esteban *et al.* 2004; de Palacios *et al.* 2014), generalmente entre 1 y 10 (Peraza y López 1967; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.9. *Juniperus chinensis* L.

Información general y distribución geográfica

Bykushin, Chinese Juniper, Enebro del Extremo Oriente, Hunq Poh, Hyang-namu, Ibuki, Ibuki-byakushin, Kamakura-byakushin, Kang Nam Sonq, Kong Nam Tsong, Kwei Poh, Tsze Poh o Yan Bai. Las distintas variedades se conocen bajo los nombres Yan Bai o Miyama-byakushin (var. *sargentii*) y Qing Shui Yuan Bai (var. *tsukusiensis*). Se distribuye en Myanmar, China, Japón, Corea, este de Rusia y Taiwán, en altitudes comprendidas entre 1.400 y 2.400 m, encontrándose poblaciones entre 100 y 2.700 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada de manera ornamental en jardines como los de la Ciudad Prohibida de Pequín. Su madera se usa en la construcción de pequeños objetos y mobiliario. Aceite esencial empleado en medicina y en la fabricación de fragancias.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus chinensis* L., Mant. Pl.: 127 (1767).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Sabina chinensis* (L.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 54 (1857).
- ✓ ***Juniperus chinensis* var. *chinensis*.**
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus barbadensis* Thunb., Fl. Jap.: 264 (1784), sensu auct.
 - *Juniperus virginica* Thunb., Fl. Jap.: 264 (1784).
 - *Juniperus sinensis* J.F.Gmel., Syst. Nat. ed. 13[bis]: 1005 (1792), orth. var.
 - *Juniperus cernua* Roxb., Fl. Ind. ed. 1832, 3: 839 (1832).
 - *Juniperus dimorpha* Roxb., Fl. Ind. ed. 1832, 3: 839 (1832).
 - *Juniperus chinensis* var. *smithii* Loudon, Arbor. Frutic. Brit. 4: 2505 (1838).
 - *Juniperus thunbergii* Hook. & Arn., Bot. Beechey Voy.: 271 (1838).
 - *Juniperus flagelliformis* Loudon, Encycl. Trees Shrubs: 1090 (1842).
 - *Juniperus reevesiana* Endl., Syn. Conif.: 31 (1847).
 - *Juniperus sphaerica* Lindl., Paxton's Fl. Gard. 1: 58 (1850).
 - *Juniperus struthiacea* Knight, Syn. Conif. Pl.: 13 (1850).
 - *Juniperus fortunei* Carrière, Traité Gén. Conif.: 11 (1855).
 - *Juniperus cabiancae* Vis., Mem. Reale Ist. Veneto Sci. 6: 246 (1856).
 - *Sabina cabiancae* (Vis.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 41 (1857).
 - *Sabina dimorpha* (Roxb.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 70 (1857).
 - *Sabina sphaerica* (Lindl.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 52 (1857).
 - *Sabina struthiacea* (Knight) Antoine, Cupress.-Gatt.: 66 (1857).
 - *Juniperus chinensis* var. *mas* Gordon, Pinetum: 116 (1858).
 - *Juniperus fortunei* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 32 (1867), pro syn.
 - *Juniperus japonica* var. *pyramidalis* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 32 (1867).
 - *Juniperus chinensis* var. *aurea* M.Young, Gard. Chron. 1872: 8 (1872).
 - *Juniperus chinensis* var. *variegata* Maxwell, Hort. & J. Rural Art Rural Taste 29: 202 (1874).
 - *Juniperus chinensis* var. *foemina* Lavallée, Énum. Arbres: 289 (1877).
 - *Juniperus chinensis* var. *leeana* Lavallée, Énum. Arbres: 290 (1877).
 - *Juniperus chinensis* var. *mascula* Lavallée, Énum. Arbres: 289 (1877).
 - *Juniperus sphaerica* var. *sheppardii* H.J.Veitch, Man. Conif.: 290 (1881).
 - *Juniperus chinensis* var. *pendula* Franch., Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat., sér. 2, 7: 101 (1884).
 - *Juniperus chinensis* f. *aurea* (M.Young) Beissn., Handb. Conif.: 17 (1887).
 - *Juniperus chinensis* f. *pendula* (Franch.) Beissn., Handb. Conif.: 17 (1887).
 - *Juniperus chinensis* f. *pyramidalis* (Carrière) Beissn., Handb. Conif.: 17 (1887).
 - *Juniperus chinensis* f. *aurea-pendula* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 120 (1891).
 - *Juniperus jacobii* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 120 (1891).

- *Juniperus shepherdii* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 122 (1891).
- *Juniperus chinensis* var. *keteleeri* Beissn., Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 1910: 140 (1910).
- *Juniperus chinensis* f. *aurea* Hornibr., Dwarf Conifers: 63 (1923), nom. illeg.
- *Juniperus chinensis* var. *aureoglobosa* Rehder in L.H.Bailey, Cult. Evergreens: 195 (1923).
- *Juniperus chinensis* var. *globosa* Hornibr., Dwarf Conifers: 62 (1923).
- *Juniperus chinensis* var. *plumosa* Hornibr., Dwarf Conifers: 66 (1923).
- *Juniperus keteleeri* (Beissn.) Prop.-Giesel., Biblioth. Bot. 114(2): 34 (1936).
- *Juniperus gaussenii* W.C.Cheng, Trav. Lab. Forest. Toulouse 1(3)8: 3 (1940).
- *Juniperus sheppardii* (H.J.Veitch) Melle, Phytologia 2: 187 (1946).
- *Juniperus sphaerica* var. *pendula* (Franch.) Melle, Phytologia 2: 186 (1946).
- *Juniperus chinensis* f. *aureoglobosa* (Rehder) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 60 (1949).
- *Juniperus chinensis* f. *globosa* (Hornibr.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 60 (1949).
- *Juniperus chinensis* f. *mas* (Gordon) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 60 (1949).
- *Juniperus chinensis* f. *plumosa* (Hornibr.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 61 (1949).
- *Juniperus chinensis* f. *variegata* (Maxwell) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 60 (1949).
- *Sabina chinensis* f. *aurea* (Beissn.) W.C.Cheng & W.T.Wang in W.J.Zheng & al., Trees of China 1: 254 (1961).
- *Sabina chinensis* f. *aureoglobosa* W.C.Cheng & W.T.Wang in W.J.Zheng & al., Trees of China 1: 254 (1961).
- *Sabina chinensis* var. *kaizuca* W.C.Cheng & W.T.Wang in W.J.Zheng & al., Trees of China 1: 253 (1961).
- *Sabina chinensis* f. *pendula* (Franch.) W.C.Cheng & W.T.Wang in W.J.Zheng & al., Trees of China 1: 254 (1961).
- *Sabina chinensis* f. *pyramidalis* (Carrière) W.C.Cheng & W.T.Wang in W.J.Zheng & al., Trees of China 1: 254 (1961).
- *Sabina vulgaris* var. *erectopatens* W.C.Cheng & L.K.Fu, Acta Phytotax. Sin. 13(4): 86 (1975).
- *Juniperus chinensis* var. *gaussenii* (W.C.Cheng) Silba, Phytologia 68: 32 (1990).
- *Juniperus sabina* var. *erectopatens* (W.C.Cheng & L.K.Fu) Y.F.Yu & L.K.Fu, Novon 7: 444 (1997 publ. 1998).
- *Juniperus erectopatens* (W.C.Cheng & L.K.Fu) R.P.Adams, Biochem. Syst. Ecol. 27: 723 (1999).
- ✓ ***Juniperus chinensis* var. *sargentii* A.Henry in H.J.Elwes & A.Henry, Trees Great Britain 6: 1432 (1912).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus procumbens* Sarg., Forest Fl. Japan: 78 (1894), nom. illeg.

- *Juniperus sargentii* (A.Henry) Takeda ex Nakai, Bot. Mag. (Tokyo) 44: 511 (1930).
- *Sabina sargentii* (A.Henry) Nakai, Tyosen Sanrin Kaiho 158: 32 (1938).
- *Sabina chinensis* var. *sargentii* (A.Henry) W.C.Cheng & L.K.Fu, Fl. Reipubl. Popul. Sin. 7: 363 (1978).
- *Juniperus chinensis* subsp. *sargentii* (A.Henry) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 6 (2006).
- Sinónimos taxonómicos:
 - *Sabina pacifica* Nakai, Tyosen Sanrin Kaiho 158: 31 (1938).
 - *Juniperus sargentii* var. *coeruleum* Pshenn., Byull. Glavn. Bot. Sada 181: 117 (2001), contrary to Arts. 37.3 & 37.6 ICBN (2000)
 - *Juniperus sargentii* var. *cyanus* Pshenn., Byull. Glavn. Bot. Sada 181: 117 (2001), contrary to Arts. 37.3 & 37.6 ICBN (2000)
- ✓ *Juniperus chinensis* var. *tsukusiensis* (Masam.) Masam., J. Soc. Trop. Agric. 2: 152 (1930).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus tsukusiensis* Masam., Bot. Mag. (Tokyo) 44: 50 (1930).
 - *Juniperus chinensis* subsp. *tsukusiensis* (Masam.) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 6 (2006).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón oscuro (Edlmann y del Monaco 1981) con tonos rojizos (Kanehira 1921b; Edlmann y del Monaco 1981) o rosados (Tang 1933; Esteban *et al.* 1991; Jiang *et al.* 2010) el duramen y la albura de color blanco amarillento (Kanehira 1921b; Tang 1933; Edlmann y del Monaco 1981; Esteban *et al.* 1991; Jiang *et al.* 2010). Olor característico (Kanehira 1921b; Edlmann y del Monaco 1981; Esteban *et al.* 1991; Jiang *et al.* 2010). Leve sabor amargo (Jiang *et al.* 2010).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Kanehira 1921b; Tang 1933; Greguss 1972; Hayashi 1991; Esteban *et al.* 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), de transición gradual (Tang 1933; Benkova y Schweingruber 2004; Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Ciampi 1943; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Presencia de espacios intercelulares (Hayashi 1991). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Kanehira 1921b; Tang 1933; Peirce 1937; Hayashi 1991; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Verrugosidades presentes (Kocon 1984). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Tang 1933; Peirce 1937; Hayashi 1991; Esteban *et al.* 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Jiang *et al.* 2010) y tangencial (Kanehira 1921b; Tang 1933; Peirce 1937; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales lisas (Greguss 1972; Hayashi 1991) y también noduladas (Kanehira 1921b; Peirce 1937; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). **Radiales leñosos.-** Homogéneos, aunque se ha descrito la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913; Peirce 1937; Jiang *et al.* 2010). Paredes horizontales lisas (Benkova y

Schweingruber 2004; Heinz 2004) y punteadas (Peirce 1937; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), paredes finales noduladas (Peirce 1937; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Peirce 1937; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoides (Peirce 1937; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), tipo taxodioide en la madera de primer crecimiento (Benkova y Schweingruber 2004), frecuentemente entre 1 y 3 punteaduras por campo (Kanehira 1921b; Tang 1933; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar hasta 6 (Esteban *et al.* 2002). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2004), generalmente entre 1 y 10 (Kanehira 1921b; Hayashi 1991; Esteban *et al.* 2002; Benkova y Schweingruber 2004), describiéndose rangos inferiores entre 1 y 6 células de altura (Tang 1933; Greguss 1972; Heinz 2004). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.10. *Juniperus coahuilensis* (Martínez) Gaussen ex R.P. Adams

Información general y distribución geográfica

Se distribuye en el norte y noreste de México, y en Estados Unidos en Arizona, Nuevo México y suroeste de Texas, en altitudes comprendidas entre 1.200 y 2.000 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas salvo en México.

No se han registrado usos comerciales para esta especie.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus coahuilensis* (Martínez) Gaussen ex R.P.Adams, *Phytologia* 74: 413 (1993).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Juniperus erythrocarpa* var. *coahuilensis* Martínez, *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México* 17: 114 (1946).
- ✓ *Juniperus coahuilensis* var. *arizonica* R.P.Adams, *Biochem. Syst. Ecol.* 22: 708 (1994).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus arizonica* (R.P.Adams) R.P.Adams, *Phytologia* 88: 306 (2006).
 - *Juniperus coahuilensis* subsp. *arizonica* (R.P.Adams) Silba, *J. Int. Conifer Preserv. Soc.* 13(1): 6 (2006).
- ✓ *Juniperus coahuilensis* var. *coahuelensis*
 - No tiene sinónimos

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera. Ter Welle y Adams (1998) describen brevemente esta madera con anillos de crecimiento diferenciados, traquedias con punteaduras en la pared radial uniseriadas y en la pared tangencial en la madera tardía, presencia de espacios intercelulares, parénquima axial en distribución tangencial y paredes transversales noduladas, radios leñosos homogéneos ocasionalmente biseriados, con paredes horizontales punteadas y paredes finales noduladas, punteaduras del campo de cruce tipo cupresoides y altura de los radios no superior a 10 células.

4.1.14.11. *Juniperus comitana* Martínez

Información general y distribución geográfica

Se distribuye en México en Chiapas y Guatemala, en altitudes comprendidas entre 1.300 y 1.775 m (Farjon 2005).

Aunque muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas, se considera necesario la adjudicación de mayores figuras de protección.

Empleada de manera local para la construcción del vallado y como leña.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus comitana* Martínez, *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México* 15: 12 (1944).
 - No tiene sinónimos

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera. Ter Welle y Adams (1998) describen brevemente esta madera con anillos de crecimiento diferenciados, traquedias con punteaduras en la pared radial uniseriadas y en la pared tangencial en la madera tardía, presencia de espacios intercelulares, parénquima axial en distribución tangencial y paredes transversales noduladas, radios leñosos homogéneos ocasionalmente biseriados, con paredes horizontales punteadas y paredes finales noduladas, punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide y altura de los radios no superior a 10 células. De la misma manera Heinz (2004) describe las paredes transversales del parénquima axial como irregulares y noduladas, pero describe las paredes de los radios leñosos como lisas.

4.1.14.12. *Juniperus communis* L.

Información general y distribución geográfica

Common Juniper, Enebro, Enebro Común, Enebro Montuno, Enebro Rastrero, Enebro Real, Génévrier Commun, Gemeine Wacholder, Ginebro, Ginepro Comune, Grojo, Ipuru, Jabino, Larraou, Machendelbaum, Malchangel, Orri, Sabina, Sabino, Wacholder o Zimbro Común. Las distintas variedades se conocen bajo los nombres Dwarf Juniper o Prostrate Juniper (var. *depressa*), Miama-nezu (var. *nipponica*), Génévrier nain, Ginepro Nano, Mountain Juniper, Xian Bei Ci Bai o Zwergwacholder (var. *saxatilis*). Es la conífera con mayor rango de distribución del mundo. Ocupa toda la región circumpolar, desde la zona templada de Eurasia y Norteamérica hasta el norte de México, en altitudes comprendidas entre 5 y 4.050 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada de manera ornamental en parques y jardines. Usada en tornería y talla. Sus frutos se destilan para la fabricación de bebidas alcohólicas.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus communis* L., *Sp. Pl.*: 1040 (1753).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus communis* var. *vulgaris* Aiton, *Hortus Kew.* 3: 414 (1789), nom. inval.
 - *Juniperus borealis* Salisb., *Prodr. Stirp. Chap. Allerton*: 397 (1796), nom. superfl.

- *Juniperus communis* subsp. *eucommunis* Syme in J.E.Smith, Engl. Bot., ed. 3a, 8: 273 (1868), nom. inval.
- *Juniperus vulgaris* Bubani, Fl. Pyren. 1: 45 (1897), nom. superfl.
- ✓ ***Juniperus communis* var. *communis*.**
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus suecica* Mill., Gard. Dict. ed. 8: n.º 2 (1768).
 - *Juniperus communis* var. *suecica* (Mill.) Aiton, Hortus Kew. 3: 414 (1789).
 - *Juniperus difformis* Gilib., Exerc. Phyt. 2: 416 (1792).
 - *Juniperus communis* var. *erecta* Pursh, Fl. Amer. Sept. 2: 646 (1813).
 - *Juniperus communis* var. *arborescens* Gaudin, Fl. Helv. 6: 301 (1830).
 - *Juniperus communis* var. *oblonga* Loudon, Arbor. Frutic. Brit. 4: 2490 (1838).
 - *Juniperus communis* var. *oblonga-pendula* Loudon, Arbor. Frutic. Brit. 4: 2490 (1838).
 - *Juniperus hibernica* Lodd. ex Loudon, Arbor. Frutic. Brit. 4: 2490 (1838).
 - *Juniperus dealbata* Loudon, Encycl. Trees Shrubs: 1090 (1842).
 - *Thuiaecarpus juniperinus* Trautv., Pl. Imag. Descr. Fl. Russ.: 11 (1844).
 - *Juniperus communis* var. *hispanica* Endl., Syn. Conif.: 15 (1847).
 - *Juniperus hispanica* Booth ex Endl., Syn. Conif.: 15 (1847).
 - *Juniperus interrupta* H.L.Wendl. ex Endl., Syn. Conif.: 16 (1847).
 - *Juniperus fastigiata* Knight, Syn. Conif. Pl.: 11 (1850).
 - *Juniperus saxatilis* Lindl. & Gordon, J. Hort. Soc. London 5: 200 (1850).
 - *Juniperus taurica* Lindl. & Gordon, J. Hort. Soc. London 5: 200 (1850).
 - *Juniperus communis* var. *compressa* Carrière, Traité Gén. Conif.: 22 (1855).
 - *Juniperus communis* var. *pendula* Carrière, Traité Gén. Conif.: 23 (1855).
 - *Juniperus communis* var. *stricta* Carrière, Traité Gén. Conif.: 22 (1855).
 - *Juniperus compressa* Carrière, Traité Gén. Conif.: 22 (1855).
 - *Juniperus occidentalis* Carrière, Traité Gén. Conif.: 54 (1855), nom. illeg.
 - *Juniperus depressa* Stevels, Bull. Soc. Imp. Naturalistes Moscou 30(1): 398 (1857), nom. illeg.
 - *Juniperus microphylla* Antoine, Cupress.-Gatt.: t. 31 (1857).
 - *Sabina dealbata* (Loudon) Antoine, Cupress.-Gatt.: 68 (1857).
 - *Juniperus caucasica* Fisch. ex Gordon, Pinetum: 98 (1858), nom. inval.
 - *Juniperus reflexa* Gordon, Pinetum: 98 (1858).
 - *Juniperus oblonga-pendula* (Loudon) C.Van Geert ex K.Koch, Wochenschr. Vereines Beförd. Gartenbaues Königl. Preuss. Staaten 6: 120 (1863).
 - *Juniperus communis* var. *variegata-aurea* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 19 (1867).
 - *Juniperus withmanniana* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 18 (1867).
 - *Juniperus argaea* Balansa ex Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 480 (1868), nom. inval.

- *Juniperus communis* var. *fastigiata* Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 479 (1868).
- *Juniperus communis* var. *pendula-aurea* Sénécl., Conifères: 84 (1868).
- *Juniperus communis* var. *reflexa* Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 479 (1868).
- *Juniperus echinoformis* Rinz ex Bolse, Wochenschr. Vereines Beförd. Gartenbaues Königl. Preuss. Staaten 11: 284 (1868).
- *Juniperus cracovia* K.Koch, Dendrologie 2(2): 115 (1873).
- *Juniperus duplicata* Göpp., Index Seminum (WROCL) 1871: 4 (1873).
- *Juniperus elliptica* K.Koch, Dendrologie 2(2): 118 (1873).
- *Juniperus communis* var. *depressa* Boiss., Fl. Orient. 5: 707 (1884), nom. illeg.
- *Juniperus kanitzii* Csató, Magyar Növényt. Lapok 10: 145 (1886).
- *Juniperus communis* f. *oblonga-pendula* (Loudon) Beissn., Einheitl. Conif.-Ben.: 19 (1887).
- *Juniperus communis* f. *suecica* (Mill.) Beissn., Handb. Conif.: 18 (1887).
- *Juniperus communis* f. *pendula* (Carrière) Formánek, Oesterr. Bot. Z. 38: 244 (1888).
- *Juniperus communis* f. *aureovariegata* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 138 (1891).
- *Juniperus oblongopendula* Loudon ex Beissn., Handb. Nadelholzk.: 137 (1891).
- *Juniperus uralensis* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 138 (1891).
- *Juniperus communis* var. *pendens* Sudw., Bull. Div. Forest. U.S.D.A. 14: 101 (1897).
- *Juniperus communis* var. *aurea* G.Nicholson, Ill. Dict. Gard., Suppl.: 455 (1900).
- *Juniperus communis* var. *brevifolia* Sanio in G.Hegi, Ill. Fl. Mitt.-Eur. 1: 91 (1907).
- *Juniperus communis* f. *pungens* Velen., Reliq. Mrkvic.: 28 (1922).
- *Juniperus niemannii* E.L.Wolf, Bot. Mater. Gerb. Glavn. Bot. Sada R.S.F.S.R. 3: 37 (1922).
- *Juniperus communis* f. *pendulina* Kuphaldt, Gartenflora 86: 27 (1937).
- *Juniperus communis* f. *aurea* (G.Nicholson) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 57 (1949).
- *Juniperus communis* f. *compressa* (Carrière) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 57 (1949).
- *Juniperus communis* f. *stricta* (Carrière) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 57 (1949).
- *Juniperus communis* var. *pannonica* (Pénzes) Soó, Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 16: 365 (1970 publ. 1971), no basionym date.
- *Juniperus albanica* Pénzes, Bot. Közlem. 57: 49 (1970).
- *Juniperus communis* subsp. *brevifolia* (Sanio) Pénzes, Bot. Közlem. 57: 49 (1970).
- *Juniperus communis* subsp. *cupressiformis* Vict. & Sennen ex Pénzes, Bot. Közlem. 57: 49 (1970).
- *Juniperus communis* subsp. *pannonica* Pénzes, Bot. Közlem. 57: 48 (1970).

- *Juniperus communis* f. *crispa* Browicz & Ziel., Arbor. Kórnickie 19: 42 (1974).
- *Juniperus communis* var. *recta* Browicz & Ziel., Arbor. Kórnickie 19: 41 (1974), no type indicated.
- ✓ ***Juniperus communis* var. *depressa* Pursh, Fl. Amer. Sept. 2: 646 (1813).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus depressa* (Pursh) Raf., Med. Fl. 2: 13 (1830), nom. illeg.
 - *Juniperus communis* subsp. *depressa* (Pursh) Franco, Bol. Soc. Brot., ser. 2, 36: 117 (1962).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus canadensis* Lodd. ex Burgsd., Anleit. Sich. Erzieh. Holzart. 2: 124 (1787).
 - *Juniperus depressa* Raf., Amer. Monthly Mag. & Crit. Rev. 2: 207 (1818).
 - *Juniperus communis* var. *canadensis* (Lodd. ex Burgsd.) Loudon, Arbor. Frutic. Brit. 4: 2490 (1838).
 - *Juniperus intermedia* Schur, Verh. Mitth. Siebenbürg. Vereins Naturwiss. Hermannstadt 2: 169 (1851).
 - *Juniperus communis* var. *intermedia* (Schur) Sanio, Deutsche Bot. Monatsschr. 1: 51 (1883).
 - *Sabina multiova* Goodwyn, Amer. Bot. (Binghamton) 37: 152 (1931).
- ✓ ***Juniperus communis* var. *megistocarpa* Fernald & H.St.John, Proc. Boston Soc. Nat. Hist. 36: 58 (1921).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Juniperus communis* subsp. *megistocarpa* (Fernald & H.St.John) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 7 (2006).
- ✓ ***Juniperus communis* var. *nipponica* (Maxim.) E.H.Wilson, Conif. Tax. Japan: 81 (1916).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus nipponica* Maxim., Bull. Acad. Imp. Sci. Saint-Pétersbourg 12: 230 (1867).
 - *Juniperus rigida* subsp. *nipponica* (Maxim.) Franco, Bol. Soc. Brot., ser. 2, 36: 119 (1962).
 - *Juniperus communis* subsp. *nipponica* (Maxim.) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 7 (2006), without full basionym reference.
- ✓ ***Juniperus communis* var. *saxatilis* Pall., Fl. Ross. 1(2): 12 (1789).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Juniperus communis* subsp. *saxatilis* (Pall.) A.E.Murray, Kalmia 12: 21 (1982).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus alpina* Hill, Brit. Herb.: 511 (1756).
 - *Juniperus sibirica* Burgsd., Anleit. Sich. Erzieh. Holzart. 2: 124 (1787).
 - *Juniperus communis* var. *montana* Aiton, Hortus Kew. 3: 414 (1789).
 - *Juniperus nana* Willd., Berlin. Baumz.: 159 (1796), nom. superfl.
 - *Juniperus communis* var. *alpina* Suter, Helvet. Fl. 2: 292 (1802).
 - *Juniperus communis* var. *arborea* Suter, Helvet. Fl. 2: 292 (1802).
 - *Juniperus oblonga* M.Bieb., Fl. Taur.-Caucas. 2: 426 (1808).

- *Juniperus communis* var. *nana* (Willd.) Baumg., Enum. Stirp. Transsilv. 2: 308 (1816).
- *Juniperus alpina* Gray, Nat. Arr. Brit. Pl. 2: 226 (1821), nom. illeg.
- *Juniperus communis* var. *caucasica* Endl., Syn. Conif.: 16 (1847).
- *Juniperus nana* var. *alpina* (Suter) Endl., Syn. Conif.: 14 (1847).
- *Juniperus pygmaea* K.Koch, Linnaea 22: 302 (1849).
- *Juniperus montana* (Aiton) Lindl. & Gordon, J. Hort. Soc. London 5: 200 (1850).
- *Juniperus caesia* Regel, Gartenflora 6: 346 (1857), nom. illeg.
- *Juniperus communis* subsp. *alpina* (Suter) Celak., Prodr. Fl. Böhmen: 17 (1867).
- *Juniperus communis* subsp. *nana* Syme in J.E.Smith, Engl. Bot., ed. 3, 8: 275 (1868).
- *Juniperus communis* var. *oblonga* (M.Bieb.) Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 479 (1868), nom. illeg.
- *Juniperus sibirica* var. *montana* (Aiton) Beck, Blätt. Vereins Landesk. Nieder-Österreich 1890: 78 (1890).
- *Juniperus nana* f. *canadensis-aurea* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 133 (1891).
- *Juniperus communis* var. *sibirica* (Burgsd.) Rydb., Contr. U. S. Natl. Herb. 3: 533 (1896).
- *Juniperus rebunensis* Kudô & Sasaki, Med. Pl. Hokk.: t. 6 (1922).
- *Juniperus communis* var. *aureospica* Rehder in L.H.Bailey, Cult. Evergreens: 199 (1923).
- *Juniperus communis* f. *aureospica* (Rehder) O.L.Lipa, Dendrofl. URSR 1: 168 (1939).
- *Juniperus communis* subsp. *oblonga* (M.Bieb.) Galushko, Mat. Izuch. Shalf. Sr. Az. 2-3: 165 (1950), nom. illeg.
- *Juniperus communis* subsp. *pygmaea* (K.Koch) Imkhan., Novosti Sist. Vyssh. Rast. 27: 10 (1990).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón (Stone 1904; Esteban y Guindeo 1988, Patterson 1988; Esteban *et al.* 1991) de tonalidad rosada (Peraza 1964), rojiza (Gamble 1902; Rushton 1915; Lushington 1919; Jones 1924; Grosser 1977; Ruiz y Ceballos 1979; Bosshard 1982; Esteban y Guindeo 1988, Esteban *et al.* 1991; Carvalho 1996; Jiang *et al.* 2010) o amarillenta (Hartig 1890; Gamble 1902; Jones 1924; Peraza 1964; Grosser 1977; Jiang *et al.* 2010) el duramen y la albura blanco amarillenta (Hartig 1890; Stone 1904; Jones 1924; Peraza 1964; Grosser 1977; Bosshard 1982; Esteban y Guindeo 1988, Esteban *et al.* 1991; Carvalho 1996; Jiang *et al.* 2010), amarillo rojizo (Lushington 1919) o blanco rojiza (Jones 1924). Olor característico (Gamble 1902; Lushington 1919; Peraza 1964; Grosser 1977; Ruiz y Ceballos 1979; Bosshard 1982; Esteban y Guindeo 1988, Esteban *et al.* 1991, 2000; Patterson 1988; Schweingruber 1990; Jiang *et al.* 2010). Leve sabor amargo (Jiang *et al.* 2010).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Hartig 1890; Penhallow 1896, 1907; Stone 1904; Rushton 1915; Jones 1924; Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Miller 1974, 1975; Grosser 1977; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Esteban y Guindeo 1988; Schweingruber 1990; Esteban *et*

al. 1991, 2000, 2002, 2004; Carvalho 1996; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), de transición gradual (Penhallow 1907; Rushton 1915; Schweingruber 1978, 1990; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Carvalho 1996; Benkova y Schweingruber 2004; Jiang *et al.* 2010), ocasionalmente descrita como abrupta (Rushton 1915; Miller 1974, 1975; Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Penhallow 1907; Greguss 1955, 1972; Peraza 1964; Miller 1974, 1975; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Presencia de espacios intercelulares (Miller 1974; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; IAWA Committee 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Penhallow 1907; Rushton 1915; Peirce 1937; Bannan 1942; Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Peraza 1964; Miller 1974, 1975; Grosser 1977; Esteban y Guindeo 1988; Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Carvalho 1996; Benkova y Schweingruber 2004; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937; Bannan 1942). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1907; Rushton 1915; Bannan 1942; Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Peraza 1964; Miller 1974, 1975; Esteban y Guindeo 1988; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Rushton 1915; Bannan 1942). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Bannan 1942). Verrugosidades presentes (Kocon 1984, 1986). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Jones 1924; Peirce 1937; Bannan 1942; Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Peraza 1964; Grosser 1977; Schweingruber 1990; Carvalho 1996; Benkova y Schweingruber 2004; Jiang *et al.* 2010), tangencial (Penhallow 1896, 1907; Rushton 1915; Peirce 1937; Jones 1924; Bannan 1942; Miller 1974, 1975; Grosser 1977; Esteban y Guindeo 1988; Schweingruber 1990; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) y terminal (Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 2000; Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales lisas (Bannan 1942; Peraza 1964; Jiang *et al.* 2010), irregulares (Jiang *et al.* 2010) y noduladas (Peirce 1937; Bannan 1942; Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Miller 1975; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Radios leñosos homogéneos, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937; Bannan 1942). Paredes horizontales lisas (Penhallow 1907; Miller 1975; Grosser 1977; Esteban y Guindeo 1988; Schweingruber 1990; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) y punteadas (Penhallow 1907; Peirce 1937; Bannan 1942; Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Grosser 1977; Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), paredes finales lisas (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Peraza 1964; Grosser 1977; Schweingruber 1978) y noduladas (Penhallow 1907; Rushton 1915; Peirce 1937; Bannan 1942; Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Miller 1974, 1975; Schweingruber 1978, Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Peirce 1937; Bannan 1942; Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Miller 1974, 1975; Grosser 1977; Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresioide (Peirce 1937; Peraza 1964; Miller 1974, 1975; Grosser 1977; Schweingruber 1978; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Esteban y Guindeo 1988; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Jiang *et al.* 2010) y taxodioide (Schweingruber 1978; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Benkova y Schweingruber 2004), entre 1 y 4 por campo (Penhallow 1907; Rushton 1915; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Miller 1974, 1975; Grosser 1977; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000; Jiang *et al.* 2010), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras (Penhallow 1907; Greguss 1955; Peraza 1964; Miller 1975; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Radios casi exclusivamente

uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Penhallow 1896; Rushton 1915; Peirce 1937; Bannan 1942; Miller 1974, 1975; Grosser 1977; Carvalho 1996; Jiang *et al.* 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Piccioli 1906; Greguss 1955; Grosser 1977; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004), descrita también entre 1 y 5 (Greguss 1944-7 [1948], 1955, 1972; Peraza 1964; Grosser 1977; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2002), generalmente entre 1 y 10 (Peraza 1964; Greguss 1972; Schweingruber 1978; Esteban y Guindeo 1988; Benkova y Schweingruber 2004), con máximo citado de 20 (Piccioli 1906; Rushton 1915) e incluso hasta 33 células (Bannan 1942; Jiang *et al.* 2010). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.13. *Juniperus convallium* Rehder & E. H. Wilson

Información general y distribución geográfica

Mi Zhi Yuan Bai. Las distintas variedades se conocen bajo los nombres MZhi Yuan Bai (var. *convallium*) o Xiao Zi Yuan Bai (var. *microsperma*). Se distribuye en China en las provincias del sur de Gansu, sureste de Qinghai, oeste de Sichuan, este de Xizang (Tíbet) y noroeste de Yunnan, en altitudes comprendidas entre 2.200 y 4.430 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada localmente como leña.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus convallium* Rehder & E.H.Wilson in C.S.Sargent, Pl. Wilson. 2: 62 (1914).
 - No tiene sinónimos
- ✓ *Juniperus convallium* var. *convallium*.
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus mekongensis* Kom., Bot. Mater. Gerb. Glavn. Bot. Sada R.S.F.S.R. 5: 28 (1924).
 - *Juniperus ramulosa* Florin, Acta Horti Gothob. 3: 5 (1927).
 - *Sabina przewalskii* f. *pendula* W.C.Cheng & L.K.Fu, Acta Phytotax. Sin. 13(4): 86 (1975).
 - *Juniperus przewalskii* f. *pendula* (W.C.Cheng & L.K.Fu) R.P.Adams & G.L.Chu, J. Essential Oil Res. 6: 17 (1994).
 - *Juniperus przewalskii* subsp. *pendula* (W.C.Cheng & L.K.Fu) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 14 (2006).
- ✓ *Juniperus convallium* var. *microsperma* (W.C.Cheng & L.K.Fu) Silba, Phytologia Mem. 7: 33 (1984).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Sabina convallium* var. *microsperma* W.C.Cheng & L.K.Fu, Acta Phytotax. Sin. 13(4): 86 (1975).
 - *Sabina microsperma* (W.C.Cheng & L.K.Fu) W.C.Cheng & L.K.Fu, Fl. Xizangica 1: 390 (1983).
 - *Juniperus microsperma* (W.C.Cheng & L.K.Fu) R.P.Adams, Biochem. Syst. Ecol. 28: 540 (2000).

Propiedades físicas

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas de su madera.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de espacios intercelulares (Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Esteban *et al.* 2002, 2004). Paredes transversales noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004). **Radiales leñosos.-** Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales punteadas (Esteban *et al.* 2002, 2004) y paredes finales noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004). Con hendiduras (Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresoide (Esteban *et al.* 2002, 2004), frecuentemente entre 1 y 3 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004). Radiales casi exclusivamente uniseriados. De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2002, 2004), generalmente entre 1 y 7 (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.-** No se han citado. **Inclusiones minerales.-** No se han descrito.

4.1.14.14. *Juniperus deppeana* Steud

Información general y distribución geográfica

Alligator Enebro, Alligator Genevier, Alligator Jeneverboom, Alligator Juniper, Alligator Wacholder, Alligator-En, Aori, Cedro, Cedro Chino, Chackerbark Juniper, Eastern Alligator Juniper, Enebro Alligator, Genevrier, Ginepro Alligaore, Mountain Cedar, Oakbark Juniper, Oak-Barked Cedar, Táscate, Táscate Blanco, Thick-Barked Juniper, Tláscal, Tlaxcal, Western Alligator Juniper o Western Juniper. Se distribuye en Méjico y en Estados Unidos en Arizona, Nuevo Méjico y oeste de Tejas, en altitudes comprendidas entre 750 y 2.750 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada localmente para la construcción de viviendas y vallado.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus deppeana* Steud., Nomencl. Bot., ed. 2, 1: 835 (1840).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus mexicana* Schiede ex Schltdl. & Cham., Linnaea 5: 77 (1830), nom. illeg.
 - *Sabina mexicana* Antoine, Cupress.-Gatt.: 38 (1857), nom. superfl.
- ✓ ***Juniperus deppeana* var. *deppeana*.**
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus foetida* Spach, Hist. Nat. Vég. 11: 312 (1841).
 - *Juniperus foetida* var. *multicaulis* Spach, Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 2, 16: 295 (1841).
 - *Juniperus thurifera* Spach, Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 2, 16: 298 (1841), nom. illeg.
 - *Juniperus gigantea* Roetzl, Cat. Grain. Conif. Mexic.: 8 (1857).
 - *Juniperus pachyphlaea* Torr., Pacif. Railr. Rep. Parke, Bot. 4(5): 142 (1857).
 - *Sabina gigantea* (Roetzl) Antoine, Cupress.-Gatt.: 36 (1857).
 - *Sabina pachyphlaea* (Torr.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 39 (1857).

- *Sabina plochyderma* Antoine, Cupress.-Gatt.: 40 (1857), nom. inval.
- *Juniperus pachyphlaea* f. *ericoides* Eug.Barbier ex Beissn., Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 19: 139 (1910 publ. 1911).
- *Juniperus deppeana* var. *pachyphlaea* (Torr.) Martínez, Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México 17: 53 (1946).
- *Juniperus deppeana* f. *elongata* R.Adams, Phytologia 87: 101 (2005).
- *Juniperus deppeana* subsp. *pachyphlaea* (Torr.) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 8 (2006).
- ✓ ***Juniperus deppeana* var. *pachyphlaea* (Torr.) Martínez, Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México 17: 53 (1946).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus pachyphlaea* Torr., Pacif. Railr. Rep. Parke, Bot. 4(5): 142 (1857).
 - *Sabina pachyphlaea* (Torr.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 39 (1857).
 - *Juniperus deppeana* subsp. *pachyphlaea* (Torr.) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 8 (2006).
- ✓ ***Juniperus deppeana* var. *robusta* Martínez, Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México 17: 47 (1946).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Juniperus deppeana* subsp. *robusta* (Martínez) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 9 (2006).
- ✓ ***Juniperus deppeana* var. *sperryi* Correll, Wrightia 3: 188 (1966).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus deppeana* f. *sperryi* (Correll) R.P.Adams, Brittonia 25: 289 (1973).
 - *Juniperus deppeana* subsp. *sperryi* (Correll) A.E.Murray, Kalmia 13: 8 (1983).
- ✓ ***Juniperus deppeana* var. *zacatecensis* Martínez, Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México 17: 57 (1946).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus zacatecensis* (Martínez) Gaussen, Trav. Lab. Forest. Toulouse, sér. 2, 1(2; 10): 151 (1968).
 - *Juniperus deppeana* subsp. *zacatecensis* (Martínez) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 9 (2006).
 - *Juniperus deppeana* f. *zacatecensis* (Martínez) R.P.Adams, Phytologia 88: 229 (2006).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, duramen de color marrón (Record y Hess 1949) con tonalidades rojizas (Sargent 1885; Alden 1997) y la albura blanquecina (Sargent 1885). Presencia de bandas coloreadas de color amarillo (Sargent 1885). Carente de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1896; Penhallow 1907; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), de transición gradual (Penhallow 1907). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Espacios intercelulares presentes (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Penhallow

1907; Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1907; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Penhallow 1907; Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004) y tangencial (Penhallow 1896; Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000; Heinz 2004). Paredes transversales noduladas (Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). **Radios leñosos.-** Radios leñosos homogéneos, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913; Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Penhallow 1907; Heinz 2004) y punteadas (Penhallow 1907; Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), paredes finales lisas (Heinz 2004) y noduladas (Penhallow 1907; Peirce 1937; Barefoot y Hankins 1982; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Con hendiduras (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresoides (Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), entre 1 y 4 por campo (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Penhallow 1896, 1907; Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), generalmente entre 1 y 8 (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.-** No se han citado. **Inclusiones minerales.-** No se han descrito.

4.1.14.15. *Juniperus drupacea* Labill.

Información general y distribución geográfica

Andys, Enebro Griego o Syrian Juniper. Se distribuye en Grecia, Turquía, Siria, Líbano e Israel, en altitudes comprendidas entre 600 y 1.800 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Sus frutos se emplean en la fabricación de azúcares y mermeladas.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus drupacea* Labill., Icon. Pl. Syr. 2: 4 (1791).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Arceuthos drupacea* (Labill.) Antoine & Kotschy, Oesterr. Bot. Wochenbl. 4: 249 (1854).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón rosado el duramen y la albura blanco amarillenta (Esteban *et al.* 1991). Olor característico (Esteban *et al.* 1991). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Greguss 1955; Fahn *et al.* 1986; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012), de transición gradual (Fahn *et al.* 1986; Akkemik y Yaman 2012). Falsos anillos de crecimiento presentes (Akkemik y Yaman 2012). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002,

2004). Presencia de espacios intercelulares (Akkemik y Yaman 2012). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Greguss 1955; Fahn *et al.* 1986; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Akkemik y Yaman 2012). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Greguss 1955; Fahn *et al.* 1986; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Gadek *et al.* 2000; Akkemik y Yaman 2012). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Greguss 1955; Fahn *et al.* 1986) y tangencial (Fahn *et al.* 1986; Esteban *et al.* 2000; Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Greguss 1955; Fahn *et al.* 1986), irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Phillips 1948; Greguss 1955; Fahn *et al.* 1986; Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012). **Radios leñosos.-** Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012) y punteadas (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012), paredes finales lisas (Greguss 1955; Heinz 2004) y noduladas (Greguss 1955; Fahn *et al.* 1986; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000). Con hendiduras (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresoide (Greguss 1955; Fahn *et al.* 1986; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 4 (Fahn *et al.* 1986). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Fahn *et al.* 1986; Akkemik y Yaman 2012). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Greguss 1955; Fahn *et al.* 1986; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Akkemik y Yaman 2012), generalmente entre 1 y 8 (Fahn *et al.* 1986; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Akkemik y Yaman 2012). **Canales resiníferos.-** No se han citado. **Inclusiones minerales.-** No se han descrito.

4.1.14.16. *Juniperus durangensis* Martínez

Información general y distribución geográfica

Cedro, Enebro, Enebro de América o Hascal. Se distribuye en Méjico en Aguascalientes, Chihuahua, Durango, Jalisco, Sonora y Zacatecas, en altitudes comprendidas entre 2.500 y 2.700 m (Farjon 2005).

Presente dentro de la Reserva Biosférica La Michilia, en Durango.

No se han registrado usos para esta especie.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus durangensis* Martínez, *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México* 17: 94 (1946).
 - Sinónimo taxonómico:
 - *Juniperus durangensis* var. *topiensis* R.P.Adams & S.González, *Phytologia* 94: 46 (2012).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón claro o rosado el duramen y la albura blanco amarillenta (Esteban *et al.* 1991). Olor característico (Esteban *et al.* 1991). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

No se han encontrado descripciones de la anatomía de su madera. Ter Welle y Adams (1998) describen brevemente esta madera con anillos de crecimiento diferenciados, traqueidas con

punteaduras en la pared radial uniseriadas, presencia de punteaduras en la pared tangencial asociadas a la madera tardía, espacios intercelulares presentes, parénquima axial en distribución tangencial y paredes transversales noduladas, radios leñosos homogéneos ocasionalmente biseriados, con paredes horizontales punteadas y paredes finales noduladas, punteaduras del campo de cruce tipo cupresoides y altura de los radios no superior a 10 células.

4.1.14.17. *Juniperus excelsa* M.Bieb.

Información general y distribución geográfica

Ardıç, Crimean Juniper, Dedali-gwia, Greek Juniper, Grecian Juniper o Turkestan Juniper. Se distribuye en el este y sureste de Europa, los países del Cáucaso, Asia y la Península Arábiga, en altitudes comprendidas entre 500 y 3.000 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada en mobiliario y como leña.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ *Juniperus excelsa* M.Bieb., Beschr. Länd. Terek. Casp.: 204 (1800).

○ Sinónimos nomenclaturales:

- *Juniperus sabina* var. *excelsa* (M.Bieb.) Georgi, Beschr. Russ. Reich. 3(5): 1358 (1800).
- *Juniperus foetida* var. *excelsa* (M.Bieb.) Spach, Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 2, 16: 297 (1841).
- *Sabina excelsa* (M.Bieb.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 45 (1857).

○ Sinónimos taxonómicos:

- *Juniperus sabina* Gueldenst., Reis. Russland 1: 98 (1787), sensu auct.
- *Juniperus sabina* var. *taurica* Pall., Fl. Ross. 2: 15 (1789).
- *Juniperus lycia* Pall., Fl. Ross. 2: 14 (1815), nom. illeg.
- *Juniperus religiosa* Endl., Syn. Conif.: 26 (1847).
- *Juniperus isophyllos* K.Koch, Linnaea 22: 304 (1849).
- *Juniperus olivieri* Carrière, Traité Gén. Conif.: 57 (1855).
- *Sabina isophyllos* (K.Koch) Antoine, Cupress.-Gatt.: 48 (1857).
- *Sabina olivieri* (Carrière) Antoine, Cupress.-Gatt.: 70 (1857).
- *Sabina religiosa* Antoine, Cupress.-Gatt.: 47 (1857).
- *Juniperus lasdeliana* Lawson ex Gordon, Pinetum: 105 (1858).
- *Juniperus excelsa* var. *pendula* Sénécl., Conifères: 91 (1868).
- *Juniperus aegaea* Griseb., Veg. Erde: 378, 572 (1871).
- *Juniperus excelsa* var. *stricta* Rafarin, Rev. Hort. (Paris) 46: 74 (1874).
- *Juniperus perkinsii* Gordon, Pinetum, ed. 2: 144 (1875).
- *Juniperus stricta* (Rafarin) Gordon, Pinetum, ed. 2: 144 (1875).
- *Juniperus venusta* Gordon, Pinetum, ed. 2: 144 (1875), pro syn.
- *Juniperus taurica* (Pall.) Lipsky in O.E.Knorr & Z.A.Minkovich, Trav. Exped. Colon. Russe 2, Bot. 6: 185 (1912), nom. illeg.
- *Juniperus excelsa* var. *depressa* O.Schwarz, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 36: 66 (1934).
- *Juniperus excelsa* f. *stricta* (Rafarin) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 60 (1949).

- ✓ *Juniperus excelsa* subsp. *excelsa*.
 - No tiene sinónimos
- ✓ *Juniperus excelsa* subsp. *polycarpus* (K.Koch) Takht. in A.L.Takhtajan & A.A.Fedorov, Fl. Erevana: 53 (1972).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus polycarpus* K.Koch, Linnaea 22: 303 (1849).
 - *Sabina polycarpus* (K.Koch) Antoine, Cupress.-Gatt.: 47 (1857).
 - *Juniperus pingii* subsp. *polycarpus* (K.Koch) Takht., Fl. Erevana: 53 (1972).
 - *Juniperus excelsa* var. *polycarpus* (K.Koch) Silba, Phytologia Mem. 7: 34 (1984).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón oscuro (Mahmood y Athar 1997; Adamopoulos y Koch 2011) con un tinte rojizo (Gamble 1902; Rushton 1915; Pearson y Brown 1932; Brown 1978d; Purkayastha 1996; Mahmood y Athar 1997; Adamopoulos y Koch 2011) o púrpura (Gamble 1902; Brown 1978d; Adamopoulos y Koch 2011) el duramen y la albura amarillenta (Gamble 1902; Pearson y Brown 1932; Brown 1978d; Purkayastha 1996; Mahmood y Athar 1997; Adamopoulos y Koch 2011). Olor característico (Gamble 1902; Pearson y Brown 1932; Brown 1978d; Purkayastha 1996; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000). Sabor a cedro (Pearson y Brown 1932; Purkayastha 1996; Mahmood y Athar 1997).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Gamble 1902; Rushton 1915; Pearson y Brown 1932; Greguss 1972; Fahn *et al.* 1986; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Adamopoulos y Koch 2011; Akkemik y Yaman 2012), ocasionalmente poco diferenciados (Greguss 1972), de transición gradual (Greguss 1972; Fahn *et al.* 1986; Jagiella y Kurschner 1987; Benkova y Schweingruber 2004; Adamopoulos y Koch 2011; Akkemik y Yaman 2012). Falsos anillos de crecimiento presentes (Adamopoulos y Koch 2011; Akkemik y Yaman 2012). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Pearson y Brown 1932; Greguss 1972; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Adamopoulos y Koch 2011) o redondeada (Greguss 1972; Adamopoulos y Koch 2011), dando lugar a espacios intercelulares (Pearson y Brown 1932; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002, 2004; Adamopoulos y Koch 2011; Akkemik y Yaman 2012). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Rushton 1915; Pearson y Brown 1932; Peirce 1937; Greguss 1972; Fahn *et al.* 1986; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Adamopoulos y Koch 2011; Akkemik y Yaman 2012), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Rushton 1915; Pearson y Brown 1932; Greguss 1972; Fahn *et al.* 1986; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Barras de Sanio presentes (Rushton 1915). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Akkemik y Yaman 2012). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Pearson y Brown 1932; Peirce 1937; Greguss 1972; Fahn *et al.* 1986; Jagiella y Kurschner 1987; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Adamopoulos y Koch 2011), tangencial (Rushton 1915; Peirce 1937; Greguss 1972; Fahn *et al.* 1986; Jagiella y Kurschner 1987; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Adamopoulos y Koch 2011) y terminal (Rushton 1915;

Greguss 1972; Esteban *et al.* 2000). Paredes transversales lisas (Fahn *et al.* 1986) y también noduladas (Peirce 1937; Greguss 1972; Fahn *et al.* 1986; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004; Adamopoulos y Koch 2011; Akkemik y Yaman 2012). **Radiales leñosos.**- Radiales leñosos homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Adamopoulos y Koch 2011) y punteadas (Rushton 1915; Peirce 1937; Greguss 1972; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Akkemik y Yaman 2012), paredes finales lisas (Greguss 1972; Heinz 2004) y noduladas (Pearson y Brown 1932; Peirce 1937; Greguss 1972; Fahn *et al.* 1986; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Adamopoulos y Koch 2011; Akkemik y Yaman 2012). Con hendiduras (Peirce 1937; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004). Punteaduras tipo cupresioide (Peirce 1937; Greguss 1972; Fahn *et al.* 1986; Jagiella y Kurschner 1987; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Adamopoulos y Koch 2011; Akkemik y Yaman 2012), del tipo taxodioide (Benkova y Schweingruber 2004) en la madera de primer crecimiento, frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Pearson y Brown 1932; Greguss 1972; Jagiella y Kurschner 1987; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 4 (Pearson y Brown 1932; Greguss 1972; Fahn *et al.* 1986; Esteban *et al.* 2000; Akkemik y Yaman 2012). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937; Fahn *et al.* 1986; Adamopoulos y Koch 2011; Akkemik y Yaman 2012). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Greguss 1972; Fahn *et al.* 1986; Jagiella y Kurschner 1987; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2000, 2004; Akkemik y Yaman 2012), generalmente entre 1 y 10 (Pearson y Brown 1932; Greguss 1972; Fahn *et al.* 1986; Mahmood y Athar 1997; Esteban *et al.* 2002; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004), pudiendo llegar hasta 18 (Rushton 1915). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.18. *Juniperus flaccida* Schltdl.

Información general y distribución geográfica

Cedro, Cedro liso, Drooping Juniper, Enebro, Enebro de América, Hascal, Mexican Juniperus o Tlascal. Se distribuye en Méjico y en Estados Unidos al oeste de Tejas, en altitudes comprendidas entre 800 y 2.600 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada de manera local para la construcción del vallado.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus flaccida* Schltdl., Linnaea 12: 495 (1838).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus foetida* var. *flaccida* (Schltdl.) Spach, Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 2, 16: 298 (1841).
 - *Sabina flaccida* (Schltdl.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 37 (1857).
 - *Juniperus flaccida* var. *typica* Martínez, Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México 17: 25 (1946), nom. inval.
- ✓ ***Juniperus flaccida* var. *flaccida*.**
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus foetida* var. *squarrulosa* Spach, Hist. Nat. Vég. 11: 321 (1841).

- *Juniperus gracilis* Endl., Syn. Conif.: 31 (1847).
- ✓ *Juniperus flaccida* var. *martinezii* (Pérez de la Rosa) Silba, *Phytologia* 58: 267 (1985).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus martinezii* Pérez de la Rosa, *Phytologia* 57: 81 (1985).
 - *Juniperus flaccida* subsp. *martinezii* (Pérez de la Rosa) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 9 (2006).
- ✓ *Juniperus flaccida* var. *poblana* Martínez, *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México* 17: 31 (1946).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus flaccida* subsp. *poblana* (Martínez) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 10 (2006).
 - *Juniperus poblana* (Martínez) R.P.Adams, *Phytologia* 88: 239 (2006).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón claro (Esteban *et al.* 1991; Borja de la Rosa, A. *et al.* 2010) o rosado (Esteban *et al.* 1991) el duramen y la albura blanco amarillenta (Esteban *et al.* 1991; Borja de la Rosa, A. *et al.* 2010). Olor característico (Esteban *et al.* 1991). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Greguss 1972; ter Welle y Adams 1998). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1972) o redondeada (Greguss 1972). Presencia de espacios intercelulares (ter Welle y Adams 1998). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Greguss 1972; ter Welle y Adams 1998; Borja de la Rosa, A. *et al.* 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Greguss 1972; ter Welle y Adams 1998). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, descrito también como escaso (Borja de la Rosa, A. *et al.* 2010), de distribución tangencial (Greguss 1972; ter Welle y Adams 1998) y paredes transversales noduladas (Greguss 1972; ter Welle y Adams 1998). **Radiales leñosos.-** Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Greguss 1972) y punteadas (Greguss 1972; ter Welle y Adams 1998), paredes finales lisas (Greguss 1972) y noduladas (Greguss 1972; ter Welle y Adams 1998). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoides (Greguss 1972; ter Welle y Adams 1998; Borja de la Rosa, A. *et al.* 2010), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Greguss 1972), pudiendo llegar hasta 5 (Greguss 1972). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (ter Welle y Adams 1998). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Greguss 1972), generalmente entre 1 y 10 (ter Welle y Adams 1998). **Canales resiníferos.-** No se han citado. **Inclusiones minerales.-** No se han descrito.

4.1.14.19. *Juniperus foetidissima* Willd.

Información general y distribución geográfica

Ardyoch, Malokedra Mamaligwia, Selwi Aghatch, Selwi Ardiç o Stinking Juniper. Se distribuye en el sureste y este de Europa, los países del Cáucaso y el oeste y centro de Asia, en altitudes comprendidas entre 700 y 2.000 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas. Algunos de sus árboles más longevos tienen figuras individuales de protección.

Empleada para la construcción de mobiliario y como leña.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus foetidissima* Willd., Sp. Pl. 4: 853 (1806).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Sabina foetidissima* (Willd.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 49 (1857).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus phoenicea* Pall., Fl. Ross. 2: 16 (1815), nom. illeg.
 - *Juniperus sabina* Sm. in J.Sibthorp & J.E.Smith, Fl. Graec. Prodr. 2: 264 (1816), sensu auct.
 - *Juniperus sabinoides* Griseb., Spic. Fl. Rumel. 2: 352 (1846).
 - *Sabina grisebachii* Antoine, Cupress.-Gatt.: 61 (1857).
 - *Juniperus foetidissima* var. *pindicola* Formánek, Verh. Naturf. Vereins Brünn 33: 20 (1894 publ. 1895).
 - *Juniperus foetidissima* var. *squarrosa* Medw., Trudy Bot. Sada Imp. Yur'evsk. Univ. 3: 229 (1903).
 - *Juniperus foetidissima* f. *squarrosa* (Medw.) Beissn., Handb. Nadelholzk., ed. 2: 602 (1909).

Propiedades físicas

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas de su madera.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012), de transición gradual (Akkemik y Yaman 2012). Presencia de falsos anillos de crecimiento (Akkemik y Yaman 2012). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004; Akkemik y Yaman 2012). Presencia de espacios intercelulares (Esteban *et al.* 2002, 2004; Akkemik y Yaman 2012). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Esteban *et al.* 2002, 2004; Akkemik y Yaman 2012). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Akkemik y Yaman 2012). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución tangencial (Heinz 2004). Paredes transversales noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Heinz 2004) y punteadas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Akkemik y Yaman 2012), paredes finales lisas (Heinz 2004) y noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Akkemik y Yaman 2012). Con hendiduras (Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresioide (Esteban *et al.* 2002, 2004; Akkemik y Yaman 2012), tipo taxodioide en la madera de primer crecimiento (Akkemik y Yaman 2012), frecuentemente entre 1 y 4 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004; Akkemik y Yaman 2012), pudiendo llegar hasta 6 (Esteban *et al.* 2004). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Akkemik y Yaman 2012). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2004), generalmente entre 1 y 10 (Esteban *et al.* 2002; Akkemik y Yaman 2012), pudiendo llegar hasta 20 (Akkemik y Yaman 2012). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.20. *Juniperus formosana* Hayata

Información general y distribución geográfica

Ci Bai, Formosan Juniper o Prickly Cypress. Se distribuye en China y Taiwán, en altitudes comprendidas entre 400 y 3.830 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada de manera ornamental en jardines. Su madera se usa en la construcción de pequeños objetos y mobiliario. Aceite esencial empleado en medicina y para la fabricación de fragancias.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus formosana* Hayata, J. Bot. (Morot) 25(19): 209 (1908).**
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus formosana* var. *concolor* Hayata, Icon. Pl. Formosan. 7: 39 (1918).
 - *Juniperus formosana* f. *tenella* Hand.-Mazz., Symb. Sin. 7: 6 (1929).
 - *Juniperus chekiangensis* Nakai, Tyosen Sanrin Kaiho 163: 26 (1938), pro syn.
 - *Juniperus formosana* var. *sinica* Nakai, Tyosen Sanrin Kaiho 163: 26 (1938).
- ✓ ***Juniperus formosana* var. *formosana*.**
 - No tiene sinónimos
- ✓ ***Juniperus formosana* f. *tenella* Hand.-Mazz., Symb. Sin. 7: 6 (1929).**
 - No tiene sinónimos

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón rojizo (Kanehira 1921a; Jiang *et al.* 2010) o amarillento (Jiang *et al.* 2010) el duramen y la albura amarillenta (Kanehira 1921a; Jiang *et al.* 2010). Olor característico (Kanehira 1921a; Jiang *et al.* 2010). Ligero sabor amargo (Jiang *et al.* 2010).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Kanehira 1921a; Esteban *et al.* 2002, 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Kanehira 1921a; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Jiang *et al.* 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Kanehira 1921a; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Jiang *et al.* 2010) y tangencial (Kanehira 1921a; Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales lisas (Jiang *et al.* 2010) y también noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004). **Radios leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Jiang *et al.* 2010) y punteadas (Esteban *et al.* 2002, 2004), paredes finales noduladas (Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoide (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar hasta 4 (Kanehira 1921a; Jiang *et al.* 2010). Radios casi exclusivamente

uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Jiang *et al.* 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), generalmente entre 1 y 6 (Kanehira 1921a; Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.21. *Juniperus gamboana* Martínez

Información general y distribución geográfica

Se distribuye en México en Chiapas y en Guatemala en Huehuetenango, en altitudes comprendidas entre 1.820 y 2.200 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

No se han registrado usos para esta especie

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus gamboana* Martínez, *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México* 15: 7 (1944).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Juniperus deppeana* var. *gamboana* (Martínez) R.P.Adams, *Phytologia* 88: 229 (2006).

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera. Ter Welle y Adams (1998) describen brevemente esta madera con anillos de crecimiento diferenciados, traquedias con punteaduras en la pared radial uniseriadas y en la pared tangencial en la madera tardía, presencia de espacios intercelulares, parénquima axial en distribución tangencial y paredes transversales noduladas, radios leñosos homogéneos ocasionalmente biseriados, con paredes horizontales punteadas y paredes finales noduladas, punteaduras del campo de cruce tipo cupresoides y altura de los radios no superior a 10 células.

4.1.14.22. *Juniperus gracilior* Plig.

Información general y distribución geográfica

Cèdre o Sabina. Se distribuye en la República Dominicana y Haití, en altitudes comprendidas entre 1.200 y 2.550 m (Farjon 2005).

Su variedad *urbaniana* se encuentra dentro de parques nacionales.

Empleada en la construcción de mobiliario y como leña.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus gracilior* Pilg. in I.Urban, *Symb. Antill.* 7: 481 (1913).
 - No tiene sinónimos
- ✓ *Juniperus gracilior* var. *ekmanii* (Florin) R.P.Adams, *Phytologia* 78: 144 (1995).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus ekmanii* Florin, *Ark. Bot.* 25A(5): 14 (1933).
 - *Juniperus gracilior* subsp. *ekmanii* (Florin) Silba, *J. Int. Conifer Preserv. Soc.* 13(1): 10 (2006).
- ✓ *Juniperus gracilior* var. *gracilior*.
 - No tiene sinónimos

- ✓ *Juniperus gracilior* var. *urbaniana* (Pilg. & Ekman) R.P.Adams, Phytologia 78: 144 (1995).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus urbaniana* Pilg. & Ekman, Ark. Bot. 20A(15): 9 (1926).
 - *Juniperus barbadensis* var. *urbaniana* (Pilg. & Ekman) Silba, Phytologia 56: 341 (1984).
 - *Juniperus barbadensis* subsp. *urbaniana* (Pilg. & Ekman) Borhidi, Acta Bot. Hung. 37: 90 (1992).
 - *Juniperus gracilior* subsp. *urbaniana* (Pilg. & Ekman) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 10 (2006).

Propiedades físicas

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas de su madera. [Record y Hess - \(1949\)](#) describen el duramen como de color rojo oscuro .

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados ([ter Welle y Adams 1998](#)). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno variable. Presencia de espacios intercelulares ([ter Welle y Adams 1998](#)). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada ([Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998](#)), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento ([Peirce 1937](#)). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía ([ter Welle y Adams 1998](#)). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa ([Peirce 1937](#)) y tangencial ([Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998](#)). Paredes transversales noduladas ([Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998](#)). **Radiales leñosos.-** Radiales leñosos homogéneos, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales ([Peirce 1937](#)). Paredes horizontales punteadas ([Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998](#)) y paredes finales noduladas ([Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998](#)). Con hendiduras ([Peirce 1937](#)). Punteaduras tipo cupresolde ([Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998](#)). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte ([Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998](#)). De altura comprendida entre 1 y 10 células ([ter Welle y Adams 1998](#)). **Canales resiníferos.-** No se han citado. **Inclusiones minerales.-** No se han descrito.

4.1.14.23. *Juniperus horizontalis* Moench

Información general y distribución geográfica

American Savin, Creeping Juniper, Savinier, Seigné, Shubby Red Cedar o Waukegan Juniper. Se distribuye en el área boreal y subártica de norteamérica, y de manera aislada en Estados Unidos, en altitudes comprendidas entre 10 y 1.160 m ([Farjon 2005](#)).

Muchas de sus poblaciones en Canadá se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada en horticultura.

Sinónimos ([Govaerts y Farjon 2014](#)):

- ✓ *Juniperus horizontalis* Moench, Methodus: 699 (1794).
 - Sinónimos nomenclaturales:

- *Sabina horizontalis* (Moench) Rydb., Bull. Torrey Bot. Club 39: 100 (1912).
- Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus prostrata* Pers., Syn. Pl. 2: 632 (1807).
 - *Juniperus sabina* var. *procumbens* Pursh, Fl. Amer. Sept. 2: 647 (1813).
 - *Juniperus repens* Nutt., Gen. N. Amer. Pl. 2: 245 (1818).
 - *Juniperus racemosa* Risso, Hist. Nat. Prod. Eur. Mérid. 2: 459 (1826).
 - *Juniperus sabina* var. *alpina* Lodd. ex Loudon, Arbor. Frutic. Brit. 4: 2499 (1838).
 - *Juniperus sabina* var. *humilis* Hook., Fl. Bor.-Amer. 2: 166 (1838).
 - *Juniperus sabina* var. *prostrata* (Pers.) Loudon, Arbor. Frutic. Brit. 4: 2499 (1838).
 - *Juniperus hudsonica* Forbes, Pinet. Woburn.: 208 (1839).
 - *Juniperus virginiana* var. *prostrata* (Pers.) Torr., Fl. New York 2: 235 (1843).
 - *Sabina prostrata* (Pers.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 57 (1857).
 - *Sabina racemosa* (Risso) Antoine, Cupress.-Gatt.: 71 (1857).
 - *Juniperus sabina* f. *prostrata* (Pers.) Voss, Vilm. Blumengärtn. ed. 3, 1: 1228 (1895).
 - *Juniperus horizontalis* f. *lobata* O.W.Knight, Rhodora 9: 202 (1907).
 - *Juniperus horizontalis* f. *douglasii* (Rehder) Rehder, Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 24: 214 (1915 publ. 1916).
 - *Juniperus horizontalis* var. *douglasii* Rehder in L.H.Bailey, Stand. Cycl. Hort. 3: 1722 (1915).
 - *Juniperus horizontalis* f. *alpina* (Lodd. ex Loudon) Rehder, J. Arnold Arbor. 6: 203 (1925).
 - *Juniperus horizontalis* f. *glomerata* Rehder, J. Arnold Arbor. 6: 202 (1925).
 - *Juniperus horizontalis* f. *plumosa* Rehder, J. Arnold Arbor. 6: 204 (1925).
 - *Juniperus horizontalis* var. *alpina* (Lodd. ex Loudon) Rehder, Man. Cult. Trees: 15 (1927).
 - *Juniperus horizontalis* var. *glomerata* Rehder, Man. Cult. Trees: 15 (1927).
 - *Juniperus horizontalis* f. *variegata* Slavin in F.J.Chittenden, Rep. Conif. Conf. R.H.S.: 106 (1932).
 - *Sabina horizontalis* f. *douglasii* (Rehder) Moldenke, Phytologia 4: 128 (1952).
 - *Juniperus horizontalis* subsp. *hamptonensis* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 11: 28 (2004).
 - *Juniperus horizontalis* subsp. *neopangaea* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 11: 28 (2004).

Propiedades físicas

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas de su madera.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1896; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Bannan 1942; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Bannan 1942). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Bannan 1942). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Bannan 1942). Verrugosidades presentes. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Bannan 1942) y tangencial (Penhallow 1896; Bannan 1942). Paredes transversales lisas (Bannan 1942) y también noduladas (Bannan 1942; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). **Radiales leñosos.**- Radiales leñosos homogéneos, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Bannan 1942). Paredes horizontales punteadas (Bannan 1942; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004) y paredes finales noduladas (Bannan 1942; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Con hendiduras (Bannan 1942; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresolde (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), frecuentemente entre 1 y 3 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 4 (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Penhallow 1896; Bannan 1942). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), generalmente entre 1 y 4 (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.24. *Juniperus indica* Bertol.

Información general y distribución geográfica

Black Junipero o Dian Zang Fang Zhi Bai. Se distribuye en el Himalaya, en las regiones montañosas de China, Bhutan, India, Nepal, norte de Pakistán y Sikkim, en altitudes comprendidas entre 2.600 y 5.050 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada como incienso en monasterios.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus indica* Bertol., Misc. Bot. 23: 16 (1862).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Sabina indica* (Bertol.) L.K.Fu & Y.F.Yu in L.K.Fu & T.Hong (eds.), Higher Pl. China 3: 90 (2000).
- ✓ *Juniperus indica* var. *caespitosa* Farjon, Monogr. Cupressaceae Sciadopitys: 313 (2005).
 - No tiene sinónimos
- ✓ *Juniperus indica* var. *indica*.
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus wallichiana* Hook.f. & Thomson ex E.Brandis, Forest Fl. N.W. India: 537 (1874).
 - *Juniperus wallichiana* var. *meionocarpa* Hand.-Mazz., Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss., Wien, Math.-Naturwiss. Cl., Abt. 1, 61: 107 (1879).

- *Juniperus wallichiana* var. *meionocarpa* Hand.-Mazz., Akad. Wiss. Wien, Math.-Naturwiss. Kl., Anz. 61: 107 (1924).
- *Sabina wallichiana* var. *meionocarpa* (Hand.-Mazz.) W.C.Cheng & L.K.Fu, Chinese Dendrol. 1: 322 (1972).
- *Sabina wallichiana* (Hook.f. & Thomson ex E.Brandis) W.C.Cheng & L.K.Fu, Fl. Reipubl. Popul. Sin. 7: 367 (1978).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color rojizo el duramen y la albura blanquecina (Jain y Jain 1976). Olor característico (Jain y Jain 1976). Leve sabor (Jain y Jain 1976).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988), de transición gradual (Jain y Jain 1976) o abrupta (Suzuki y Noshiro 1988). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988). Presencia de espacios intercelulares (Jain y Jain 1976). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Suzuki y Noshiro 1988). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Suzuki y Noshiro 1988). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Jain y Jain 1976). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988) y tangencial (Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988). Paredes transversales noduladas (Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988). **Radios leñosos.**- Radios leñosos homogéneos, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988) y punteadas (Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988), paredes finales noduladas (Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988). Con hendiduras (Peirce 1937; Jain y Jain 1976). Punteaduras tipo cupresoide (Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988), de 1 a 4 por campo (Jain y Jain 1976), frecuentemente entre 1 y 2 (Suzuki y Noshiro 1988). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937). De altura comprendida generalmente entre 1 y 6 (Suzuki y Noshiro 1988) con máximos descritos de hasta 10 células (Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.25. *Juniperus jaliscana* Martínez

Información general y distribución geográfica

Cedro. Se distribuye en Méjico en el sur de Durango y noroeste de Jalisco, en altitudes comprendidas entre 430 y 2.670 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

No se han registrado usos para esta especie.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus jaliscana* Martínez, *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México* 17: 69 (1946).
 - No tiene sinónimos

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera. Ter Welle y Adams (1998) describen brevemente esta madera con anillos de crecimiento diferenciados, traqueidas con punteaduras en la pared radial uniseriadas y en la pared tangencial en la madera tardía, presencia de espacios intercelulares, parénquima axial en distribución tangencial y paredes transversales noduladas, radios leñosos homogéneos ocasionalmente biseriados, con paredes horizontales punteadas y paredes finales noduladas, punteaduras del campo de cruce tipo cupresóide y altura de los radios no superior a 10 células.

4.1.14.26. *Juniperus komarovii* Florin

Información general y distribución geográfica

Ta Zhi Yuan Bai. Se distribuye en China en el sur de Gansu, sureste de Qinhai y noroeste de Sichuan, en altitudes comprendidas entre 2.100 y 4.000 m (Farjon 2005).

No se conocen poblaciones dentro de áreas protegidas.

Empleada de manera local como leña.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus komarovii* Florin, *Acta Horti Gothob.* 3: 3 (1927).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Sabina komarovii* (Florin) W.C.Cheng & W.T.Wang in W.J.Zheng & al., *Trees of China* 1: 261 (1961).
 - Sinónimo taxonómico:
 - *Juniperus glaucescens* Florin, *Acta Horti Gothob.* 3: 5 (1927).

Propiedades físicas

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas de su madera.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de espacios intercelulares (Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Esteban *et al.* 2002, 2004) y tangencial (Esteban *et al.* 2002, 2004). Paredes transversales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004) y también noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004). **Radios leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales punteadas (Esteban *et al.* 2002, 2004) y paredes finales noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004). Con hendiduras (Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresóide (Esteban *et al.* 2002, 2004), frecuentemente entre 1 y 4 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 6 (Esteban *et al.* 2002). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados

en parte (Esteban *et al.* 2002, 2004). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2002, 2004). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.27. *Juniperus monosperma* (Engelm.) Sarg

Información general y distribución geográfica

Cherrystone Juniper, One-seed Juniperu, Sabina o West Texas Juniper. Se distribuye en Méjico en Chihuahua y en Estados Unidos en Arizona, sur de Colorado, Nuevo Méjico, oeste de Oklahoma y noroeste de Tejas, en altitudes comprendidas entre 970 y 2.200 m (Farjon 2005).

Muy pocas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada de manera local como leña.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus monosperma* (Engelm.) Sarg., Silva N. Amer. 10: 89 (1896).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus occidentalis* var. *monosperma* Engelm., Trans. Acad. Sci. St. Louis 3: 590 (1877).
 - *Juniperus californica* var. *monosperma* (Engelm.) Lemmon, Cone-bear. Trees Pacif. Slope, ed. 2: 17 (1892).
 - *Sabina monosperma* (Engelm.) Rydb., Bull. Torrey Bot. Club 32: 598 (1905).
 - *Juniperus mexicana* var. *monosperma* (Engelm.) Cory, Rhodora 38: 183 (1936).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus occidentalis* var. *gymnocarpa* Lemmon, Cone-bear. Trees Pacif. Slope, ed. 3: 80 (1895).
 - *Juniperus monosperma* f. *gymnocarpa* (Lemmon) Rehder, J. Arnold Arbor. 7: 239 (1926).
 - *Juniperus gymnocarpa* (Lemmon) Cory, Rhodora 38: 184 (1936).

Propiedades físicas

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas de su madera.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1896, 1907; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), de transición gradual (Penhallow 1907). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Presencia ocasional de espacios intercelulares (Kaeiser 1950; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Penhallow 1907; Peirce 1937; Kaeiser 1950; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1907; Kaeiser 1950; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Peirce 1937), tangencial (Penhallow 1896, 1907; Peirce 1937; Kaeiser 1950; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000,

2002, 2004; Heinz 2004) y terminal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Paredes transversales irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Kaeiser 1950; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Radios leñosos homogéneos, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937; Heinz 2004). Paredes horizontales lisas (Heinz 2004) y punteadas (Penhallow 1907; Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), paredes finales noduladas (Peirce 1937; Kaeiser 1950; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). Con hendiduras (Peirce 1937; Kaeiser 1950; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresóide (Peirce 1937; Kaeiser 1950; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Penhallow 1896; Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998). De altura comprendida entre 1 y 15 células (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), generalmente entre 1 y 6 (Esteban *et al.* 2002) **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.28. *Juniperus monticola* Martínez

Información general y distribución geográfica

Cedro, Enebro, Enebro de América, Hascal, Mexican Juniper, Sabina, Savino o Tl'scal. Se distribuye en Guatemala en Huehuetenango y en Méjico en Guerrero, Hidalgo, Jalisco, D.F., Michoacan, Nuevo León, Puebla y Veracruz, en altitudes comprendidas entre 2.000 y 4.270 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

No se han registrado usos para esta especie.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus monticola* Martínez, Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México 17: 79 (1946).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus tetragona* Schltdl., Linnaea 12: 495 (1838), nom. illeg.
 - *Sabina tetragona* Antoine, Cupress.-Gatt.: 40 (1857).
 - *Juniperus sabinoides* f. *monticola* (Martínez) M.C.Johnst., Taxon 34: 505 (1985).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Cupressus sabinoides* Kunth in F.W.H.von Humboldt, A.J.A.Bonpland & C.S.Kunth, Nov. Gen. Sp. 2: 3 (1817).
 - *Juniperus mexicana* Spreng., Syst. Veg. 3: 909 (1826), nom. superfl.
 - *Juniperus sabinoides* (Kunth) Nees, Linnaea 19: 706 (1847), nom. illeg.
 - *Juniperus sabinoides* Humb. ex Lindl. & Gordon, J. Hort. Soc. London 5: 202 (1850), nom. illeg.
 - *Sabina sabinoides* (Kunth) Small, Fl. S.E. U.S.: 33 (1903).
 - *Juniperus monticola* f. *orizabensis* Martínez, Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México 17: 91 (1946).
 - *Juniperus sabinoides* f. *orizabensis* (Martínez) M.C.Johnst., Taxon 34: 506 (1985).
 - *Juniperus monticola* subsp. *orizabensis* (Martínez) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 12 (2006).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón claro o rosado el duramen, y la albura blanco amarillenta (Esteban *et al.* 1991). Olor característico (Esteban *et al.* 1991). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1907; ter Welle y Adams 1998), de transición gradual (Penhallow 1907). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno variable. Presencia de espacios intercelulares (ter Welle y Adams 1998). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Penhallow 1907; ter Welle y Adams 1998). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1907). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución tangencial (Penhallow 1907; ter Welle y Adams 1998). Paredes transversales noduladas (ter Welle y Adams 1998). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales punteadas (Penhallow 1907; ter Welle y Adams 1998), paredes finales lisas (Penhallow 1907) y noduladas (ter Welle y Adams 1998). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoides (ter Welle y Adams 1998), frecuentemente entre 1 y 4 punteaduras por campo (Penhallow 1907). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (ter Welle y Adams 1998). De altura comprendida entre 1 y 10 (ter Welle y Adams 1998). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.29. *Juniperus occidentalis* Hook

Información general y distribución geográfica

California Juniper, Canada Juniper, Cedar, Enebor Occidental, Genevrier Occidental, Ginepro Occidentale, Pencilwood, San Bernardino Juniper, Sierra Juniper, Vasterlandsk En, Western Cedar, Western Red Cedar, Waeterse Juniper, Western Juniper o Yellow Cedar. Se distribuye en el oeste de Estados Unidos en California, oeste de Idaho, Nevada, Oregón y Washington, en altitudes comprendidas entre 200 y 3.100 m (Farjon 2005).

Es una de las pocas coníferas cuya área de distribución se está expandiendo, probablemente debido a la reducción de la presión ganadera y a las actividades agrícolas.

Empleada de manera local para la construcción de vallado, mobiliario, decoración y como leña.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus occidentalis* Hook., Fl. Bor.-Amer. 2: 166 (1838).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Sabina occidentalis* (Hook.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 64 (1857).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus andina* Nutt., N. Amer. Sylv. 3: 95 (1849).
 - *Juniperus dealbata* Knight, Syn. Conif. Pl.: 12 (1850), nom. illeg.
 - *Chamaecyparis boursieri* Decne., Bull. Soc. Bot. France 1: 70 (1854).
 - *Cupressus bacciformis* Knight ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 38 (1862).
 - *Juniperus pseudocupressus* Dieck, Neuh.-offerte Nat.-Arboret. 1899: 8 (1899).
 - *Juniperus californica* var. *siskiyouensis* L.F.Hend., Rhodora 33: 203 (1931).

- *Juniperus occidentalis* f. *robinsonii* O.V. Matthews, Amer. Forest. 43: 756 (1945).
- *Juniperus occidentalis* f. *corbetii* R.P. Adams, Phytologia 94: 29 (2012).
- ✓ *Juniperus occidentalis* var. *australis* (Vasek) A.H. Holmgren & N.H. Holmgren in A. Cronquist & al, Intermountain Fl. 1: 239 (1972).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus occidentalis* subsp. *australis* Vasek, Brittonia 18: 352 (1966).
 - *Juniperus grandis* R.P. Adams, Phytologia 88: 306 (2006).
- ✓ *Juniperus occidentalis* var. *occidentalis*.
 - No tiene sinónimos

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón rojizo (Sargent 1885; Alden 1997), marrón rosado (Stone 1904) o rojo (Sargent 1885; Alden 1997) el duramen, y la albura blanquecina (Sargent 1885; Stone 1904). Olor característico (Alden 1997). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1896; Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), de transición abrupta (Penhallow 1907). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004) o redondeada (Penhallow 1907). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Penhallow 1907; Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Peirce 1937), tangencial (Penhallow 1896; Penhallow 1907; Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004) y terminal (Esteban *et al.* 2002). Paredes transversales noduladas (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Radiales leñosos homogéneos, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913; Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Penhallow 1907; Heinz 2004) y punteadas (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), paredes finales lisas (Esteban *et al.* 2000, 2002) y noduladas (Penhallow 1907; Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). Con hendiduras (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresoides (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 4 (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Penhallow 1896; Peirce 1937). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), generalmente entre 1 y 6 (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.30. *Juniperus osteosperma* (Torr.) Little

Información general y distribución geográfica

Bigberry Juniper, Cedro, Enebro, Enebro de América, Hascal, Sabina Morena o Utah Juniper. Se distribuye en el oeste de Estados Unidos en Arizona, este de California, Colorado, sur de Idaho, sur de Montana, Nevada, oeste de Nuevo México, Utah y Wyoming, en altitudes comprendidas entre 460 y 2.700 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Escaso uso a nivel local como leña.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ ***Juniperus osteosperma* (Torr.) Little, Leaf. W. Bot. 5: 125 (1948).**

○ Sinónimos nomenclaturales:

- *Juniperus tetragona* var. *osteosperma* Torr., Pacif. Railr. Rep. Parke, Bot. 4(5): 141 (1857).
- *Sabina osteosperma* (Torr.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 51 (1857).
- *Juniperus californica* var. *osteosperma* (Torr.) L.D.Benson in L.D.Benson & R.A.Darrow, Trees & Shrubs of Southw. Deserts, ed. 3: 377 (1981).
- *Juniperus californica* subsp. *osteosperma* (Torr.) A.E.Murray, Kalmia 12: 21 (1982).

○ Sinónimos taxonómicos:

- *Juniperus californica* var. *utahensis* Engelm., Trans. Acad. Sci. St. Louis 3: 588 (1877).
- *Juniperus occidentalis* var. *utahensis* (Engelm.) A.H.Kent in H.J.Veitch, Man. Conif.: 289 (1881).
- *Juniperus utahensis* (Engelm.) Lemmon, Bienn. Rep. Calif. State Board Forest. 3: 183 (1890).
- *Juniperus knightii* A.Nelson, Bot. Gaz. 25: 198 (1898).
- *Juniperus monosperma* var. *knightii* (A.Nelson) Lemmon, Cone-bear. Trees Pacif. Slope, ed. 4: 114 (1900).
- *Juniperus cosnino* Lemmon, Sierra Club Bull. 4: 123 (1902), nom. altern.
- *Juniperus utahensis* var. *cosnino* Lemmon, Sierra Club Bull. 4: 122 (1902).
- *Sabina knightii* (A.Nelson) Rydb., Bull. Torrey Bot. Club 32: 598 (1905).
- *Sabina utahensis* (Engelm.) Rydb., Bull. Torrey Bot. Club 32: 598 (1905).
- *Juniperus megalocarpa* Sudw., Forest. Irrig. 13: 307 (1907).
- *Sabina megalocarpa* (Sudw.) Cockerell, Muhlenbergia 3: 143 (1908).
- *Juniperus utahensis* var. *megalocarpa* (Sudw.) Sarg., Bot. Gaz. 67: 208 (1919).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón claro o rosado el duramen, y la albura blanco amarillenta (Esteban *et al.* 1991). Olor característico (Esteban *et al.* 1991). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1907; Greguss 1972; Heinz 2004), de transición abrupta (Penhallow 1907). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Penhallow 1907; Greguss 1972). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Penhallow 1907; Greguss 1972). Presencia de punteaduras

en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1907; Greguss 1972). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución tangencial (Penhallow 1907; Greguss 1972; Heinz 2004). Paredes transversales irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Greguss 1972; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Penhallow 1907; Heinz 2004) y paredes finales noduladas (Penhallow 1907; Greguss 1972; Heinz 2004). Con hendiduras (Greguss 1972). Punteaduras tipo cupresoide (Greguss 1972; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Penhallow 1907; Greguss 1972), pudiendo llegar hasta 4 (Penhallow 1907; Greguss 1972). Radios exclusivamente uniseriados (Penhallow 1907; Greguss 1972). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Greguss 1972), generalmente entre 1 y 8 (Greguss 1972). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.31. *Juniperus oxycedrus* L.

Información general y distribución geográfica

Enebro de Bajas Rochas, Enebro de la Miera, Enebro, Enebro Albar, Genebró, Genévrier Epineus, Genévrier Cade, Ginebró, Ginebrons, Nebro, Nerbo, Broja, Buto, Gnévrier Cade, Oxycedre, Kade, Prickly Juniper, Spanische Zeder, Appegi, Coccolume, Ginepro Rosso u Oxicedro. La subespecie *macrocarpa* se conoce como Large-berried Juniper o Plum Juniper. Se distribuye en la region Mediterránea y Oriente Medio, en altitudes comprendidas entre 1 y 2.200 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Plantado de manera ornamental en parques y jardines. Empleado en tornería y talla. Aceites esenciales empleados en medicina.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus oxycedrus* L., Sp. Pl.: 1038 (1753).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus glauca* Salisb., Prodr. Stirp. Chap. Allerton: 397 (1796), nom. superfl.
 - *Juniperus rufescens* Link, Flora 24: 579 (1846), nom. superfl.
 - *Juniperus oxycedrus* var. *rufescens* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2, 2: 13 (1867), nom. inval.
 - *Juniperus oxycedrus* subsp. *rufescens* Debeaux, Fl. Kabylie: 411 (1894), nom. inval.
- ✓ ***Juniperus oxycedrus* subsp. *badia* (H.Gay) Debeaux, Fl. Kabylie: 411 (1894).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Juniperus oxycedrus* var. *badia* H.Gay, Compt. Rend. Assoc. Franç. Avancem. Sci. 1889: 501 (1889).
 - Sinónimo taxonómico:
 - *Juniperus tremolsii* Pau, Bull. Acad. Int. Géogr. Bot. 14: 212 (1904).
- ✓ ***Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* (Sm.) Neilr., Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 1868 (Veget. Croat): 52 (1868).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus macrocarpa* Sm. in J.Sibthorp & J.E.Smith, Fl. Graec. Prodr. 2: 263 (1816).

- *Juniperus communis* var. *macrocarpa* (Sm.) Spach, Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 2, 16: 290 (1841).
- *Juniperus oxycedrus* var. *macrocarpa* (Sm.) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 7: 25 (2000).
- ✓ *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*.
 - No tiene sinónimos
- ✓ *Juniperus oxycedrus* subsp. *transtagna* Franco, Feddes Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 68: 166 (1963).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Juniperus oxycedrus* var. *transtagna* (Franco) Silba, Phytologia Mem. 7: 35 (1984).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón rojizo (Ruiz y Ceballos 1979; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991), amarillo oscuro (Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991) o amarillo rosado (Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991) el duramen, y la albura blanca (Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988, Esteban *et al.* 1991). Olor característico y persistente (Ruiz y Ceballos 1979; Esteban y Guindeo 1988, Esteban *et al.* 1991, 2000). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Heim 1971; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991, 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012), de transición gradual (Fahn *et al.* 1986; Benkova y Schweingruber 2004; Akkemik y Yaman 2012). Falsos anillos de crecimiento presentes (Heim 1971; Akkemik y Yaman 2012). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Chudnoff 1956; Peraza 1964; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Presencia ocasional de espacios intercelulares (Akkemik y Yaman 2012). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Peirce 1937; Chudnoff 1956; Peraza 1964; Heim 1971; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Akkemik y Yaman 2012), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Peraza 1964; Heim 1971; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Akkemik y Yaman 2012). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Peirce 1937; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000; Benkova y Schweingruber 2004), tangencial (Peirce 1937; Chudnoff 1956; Fahn *et al.* 1986; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004) y terminal (Peraza 1964; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Paredes transversales lisas (Peirce 1937; Chudnoff 1956; Fahn *et al.* 1986; Esteban *et al.* 2000), irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Peraza 1964; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012). **Radiales leñosos.-** Radiales leñosos homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Heinz 2004) y punteadas (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012), paredes finales lisas (Chudnoff 1956; Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Chudnoff 1956; Fahn *et al.* 1986; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012). Con hendiduras (Peirce 1937;

Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004). Punteaduras tipo cupresoides (Peirce 1937; Peraza 1964; Heim 1971; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Akkemik y Yaman 2012) y taxodioide (Benkova y Schweingruber 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Chudnoff 1956; Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Akkemik y Yaman 2012), pudiendo llegar hasta 5 (Fahn *et al.* 1986; Akkemik y Yaman 2012). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937; Heim 1971; Fahn *et al.* 1986; Akkemik y Yaman 2012). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Peraza 1964; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Akkemik y Yaman 2012), generalmente entre 1 y 10 (Chudnoff 1956; Peraza 1964; Heim 1971; Fahn *et al.* 1986; Benkova y Schweingruber 2004), con un máximo citado de 20 células (Akkemik y Yaman 2012). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.32. *Juniperus phoenicea* L.

Información general y distribución geográfica

Arabian Juniper, Arâr, Cedro Licio, Cedro Rotfrüchtiger Sadebaum, Enebro Licio, Genévrier de Phénicie, Genévrier Rouge, Ginepro Licio, Niter, Phoenicean Juniper, Phönizischer Sadebaum, Red Rock Cedar, Rotfrüchtiger Wacholder, Sabina, Sabina Negral, Sabina Roma, Sabina Suave, Sabina Marítima, Sabina de Praia, Sabine Maritime o Sibina. Se distribuye en Macaronesia y la región Mediterránea, en altitudes comprendidas entre 1 y 2.400 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada en Algeria y Túnez para la construcción de viviendas, vallado y como leña. En España se emplea en la talla de pequeños objetos, marquería y para interiores de muebles. Los frutos se emplean en la cocina y para la destilación de bebidas alcohólicas.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ *Juniperus phoenicea* L., Sp. Pl.: 1040 (1753).

- Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus tetragona* Moench, Methodus: 699 (1794), nom. superfl.
 - *Juniperus terminalis* Salisb., Prodr. Stirp. Chap. Allerton: 397 (1796), nom. superfl.
 - *Sabina phoenicea* (L.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 42 (1857).
 - *Sabinella phoenicea* (L.) Nakai, Tyosen Sanrin Kaiho 165: 14 (1938).
- Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus myosuros* Sénécl., Cat. 1854: 35 (1854).
 - *Juniperus bacciformis* Carrière, Traité Gén. Conif.: 56 (1855).
 - *Juniperus phoenicea* var. *pyramidalis* Carrière, Traité Gén. Conif.: 51 (1855).
 - *Sabina bacciformis* (Carrière) Antoine, Cupress.-Gatt.: 69 (1857).
 - *Juniperus langoldiana* Gordon, Pinetum, Suppl.: 38 (1862).
 - *Cupressus tetragona* Humb. & Bonpl. ex Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 33 (1867).
 - *Juniperus divaricata* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 51 (1867), pro syn.
 - *Juniperus formosa* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 51 (1867), pro syn.
 - *Juniperus malacocarpa* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 50 (1867).

- *Juniperus myurus* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 117 (1891).
- *Juniperus phoenicea* var. *prostrata* Willk., Suppl. Prodr. Fl. Hispan.: 4 (1893).
- ✓ *Juniperus phoenicea* subsp. *phoenicea*.
 - No tiene sinónimos
- ✓ *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Guss.) Nyman, Consp. Fl. Eur.: 676 (1881).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus turbinata* Guss., Fl. Sicul. Syn. 2: 634 (1844).
 - *Sabina turbinata* (Guss.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 41 (1857).
 - *Juniperus phoenicea* var. *turbinata* (Guss.) Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 487 (1868).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón amarillento (Peraza 1964; Peraza y López 1967; Ruiz y Ceballos 1979; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991) o marrón rojizo (de Palacios *et al.* 2014) el duramen y la albura blanca (Peraza 1964; Ruiz y Ceballos 1979) con un tono rosado (Peraza y López 1967; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991) o amarillenta (de Palacios *et al.* 2014). Olor característico (Peraza 1964; Peraza y López 1967; Ruiz y Ceballos 1979; Esteban *et al.* 2000; de Palacios *et al.* 2014). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Peraza y López 1967; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991, 2000, 2002, 2004; Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012; de Palacios *et al.* 2014), de transición gradual (Fahn *et al.* 1986; Akkemik y Yaman 2012) o abrupta (de Palacios *et al.* 2014). Presencia de falsos anillos de crecimiento (Akkemik y Yaman 2012). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Peraza 1964; Peraza y López 1967; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; de Palacios *et al.* 2014), ocasionalmente redondeadas dando lugar a espacios intercelulares (Esteban *et al.* 2000; Akkemik y Yaman 2012; de Palacios *et al.* 2014). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Peirce 1937; Peraza 1964; Peraza y López 1967; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Akkemik y Yaman 2012; de Palacios *et al.* 2014), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937; de Palacios *et al.* 2014). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Peraza 1964; Peraza y López 1967; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; de Palacios *et al.* 2014). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (de Palacios *et al.* 2014). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Akkemik y Yaman 2012). Verrugosidades presentes (de Palacios *et al.* 2014). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Peirce 1937; Peraza 1964; Peraza y López 1967; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004; de Palacios *et al.* 2014), tangencial (Peirce 1937; de Palacios *et al.* 2014) y terminal (Peraza y López 1967; Fahn *et al.* 1986). Paredes transversales lisas (Fahn *et al.* 1986; Heinz 2004), irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Peraza 1964; Peraza y López 1967; Fahn *et al.* 1986; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012; de Palacios *et al.* 2014). **Radios leñosos.**- Radios leñosos homogéneos, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Heinz 2004; de Palacios *et al.* 2014) y punteadas (Peirce 1937; Akkemik y Yaman 2012), paredes finales lisas (Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Fahn *et al.* 1986; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004;

Akkemik y Yaman 2012; de Palacios *et al.* 2014). Con hendiduras (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; de Palacios *et al.* 2014). Punteaduras tipo cupresoide (Peirce 1937; Peraza 1964; Peraza y López 1967; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004; Akkemik y Yaman 2012; de Palacios *et al.* 2014), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Peraza 1964; Peraza y López 1967; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Akkemik y Yaman 2012; de Palacios *et al.* 2014), pudiendo llegar hasta 4 (Akkemik y Yaman 2012). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937; Fahn *et al.* 1986; Akkemik y Yaman 2012). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Peraza 1964; Peraza y López 1967; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; de Palacios *et al.* 2014), generalmente entre 1 y 10 (Peraza 1964; Peraza y López 1967; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002), con máximos citados de hasta 20 células (de Palacios *et al.* 2014). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.33. *Juniperus pinchotii* Sudworth

Información general y distribución geográfica

Pinchot Juniper o Redberry Juniper. Se distribuye en México en Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas, y en Estados Unidos en Arizona, Nuevo México, Oklahoma y Tejas, en altitudes comprendidas entre 600 y 2.100 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

No se han registrado usos para esta especie.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus pinchotii* Sudw., Forest. Irrig. 11: 203 (1905).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Juniperus monosperma* var. *pinchotii* (Sudw.) Melle, Phytologia 4: 29 (1952).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus erythrocarpa* Cory, Rhodora 38: 186 (1936).
 - *Juniperus texensis* Melle, Phytologia 4: 26 (1952).
 - *Juniperus pinchotii* var. *erythrocarpa* (Cory) Silba, Phytologia Mem. 7: 35 (1984).

Propiedades físicas

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas de su madera.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de espacios intercelulares (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución tangencial (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004). Paredes

transversales noduladas (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004). **Radios leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales punteadas (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004) y paredes finales noduladas (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004). Con hendiduras (Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresoides (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002, 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (ter Welle y Adams 1998). De altura comprendida entre 1 y 15 células (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2004), generalmente entre 1 y 7 (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.34. *Juniperus pingii* Cheng & Ferre

Información general y distribución geográfica

Chui Zhi Xiang Bai. Las distintas variedades se conocen bajo los nombres de Wan Jun Bai (var. *chengii*) y Xiang Bai (var. *wilsonii*). Se distribuye en China en las provincias de Gansu, Hubei, sur de Qinghai, Shaanxi, oeste de Sichuan, noroeste de Yunnan y Xizang (Tíbet), en altitudes comprendidas entre 2.650 y 4.850 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

No se han registrado usos para esta especie.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus pingii* W.C.Cheng ex Ferré, Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 79: 76 (1944).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Sabina pingii* (W.C.Cheng ex Ferré) W.C.Cheng & W.T.Wang, Fl. Reipubl. Popul. Sin. 7: 355 (1978).
- ✓ *Juniperus pingii* var. *chengii* (L.K.Fu & Y.F.Yu) Farjon, Monogr. Cupressaceae Sciadopitys: 344 (2005).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus chengii* L.K.Fu & Y.F.Yu, Novon 7: 443 (1997 publ. 1998).
 - *Juniperus pingii* subsp. *chengii* (L.K.Fu & Y.F.Yu) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 13 (2006).
- ✓ *Juniperus pingii* var. *miehei* Farjon, Monogr. Cupressaceae Sciadopitys: 346 (2005).
 - No tiene sinónimos
- ✓ *Juniperus pingii* var. *pingii*.
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus chengii* L.K.Fu & Y.F.Yu, Novon 7: 443 (1997 publ. 1998).
 - *Juniperus pingii* subsp. *chengii* (L.K.Fu & Y.F.Yu) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 13 (2006).
- ✓ *Juniperus pingii* var. *wilsonii* (Rehder) Silba, Phytologia Mem. 7: 36 (1984).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus squamata* f. *wilsonii* Rehder, J. Arnold Arbor. 1: 1491 (1920).
 - *Sabina squamata* var. *wilsonii* (Rehder) W.C.Cheng & L.K.Fu, Chinese Dendrol. 1: 320 (1972).
 - *Sabina pingii* var. *wilsonii* (Rehder) W.C.Cheng & L.K.Fu, Fl. Hupeh. 1: 21 (1976).
 - *Sabina wilsonii* (Rehder) W.C.Cheng & L.K.Fu, Forest Sci. Technol. (Harbin) 4: 455 (1981).

- *Juniperus squamata* subsp. *wilsonii* (Rehder) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 16 (2006).
- Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus wallichiana* var. *loderi* Hornibr., Gard. Chron., ser. 3, 85: 50 (1929).
 - *Juniperus squamata* var. *loderi* (Hornibr.) Hornibr. in F.J.Chittenden, Rep. Conif. Conf. R.H.S.: 74 (1932).
 - *Juniperus pingii* var. *carinata* Y.F.Yu & L.K.Fu, Novon 7: 443 (1997 publ. 1998).
 - *Juniperus carinata* (Y.F.Yu & L.K.Fu) R.P.Adams, Biochem. Syst. Ecol. 28: 541 (2000).

Propiedades físicas

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas de su madera.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de espacios intercelulares (Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Esteban *et al.* 2002, 2004). Paredes transversales noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004). **Radios leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004) y punteadas (Esteban *et al.* 2002, 2004), paredes finales noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004). Con hendiduras (Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresoide (Esteban *et al.* 2002, 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004). Radios exclusivamente uniseriados. De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2002, 2004), generalmente entre 1 y 6 (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.35. *Juniperus procera* Hochst. ex Endl.

Información general y distribución geográfica

Arar, African Pencil Cedar, Birbirssa, Cedar, Deyib, East African Cedar, East African Juniper, Enebro Abisinio, Gatirá, Matarakwa, Pencil Cedar, Tarakuet, Tedh o Teet. Es la única especie del género que crece de manera natural en el hemisferio sur. Se distribuye en el África tropical en la República Democrática del Congo, Djibouti, Eritrea, Etiopía, Kenia, Malawi, Somalia, Sudán, Tanzania, Uganda, noreste de Zimbabwe y en la Península Arábiga en Arabia Saudí y Yemen, en altitudes comprendidas entre 1.370 y 3.000 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada en la construcción de viviendas, vallado y mobiliario.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus procera* Hochst. ex Endl., Syn. Conif.: 26 (1847).
- Sinónimo nomenclatural:

- *Sabina procera* (Hochst. ex Endl.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 36 (1857).
- Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus hochstetteri* Antoine, Cupress.-Gatt., p.s.n.: t. 33 (1857).
 - *Juniperus abyssinica* K.Koch, Dendrologie 2(2): 132 (1873).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón amarillento recién cortada (Cox 1939; Henderson 1957; Rendle 1969a; Chudnoff 1984), oscureciéndose con un tono rojizo (Howard 1920; Cox 1939; Lebacq 1955; Henderson 1957; Chalk 1962; Rendle 1969a; Valley y Wycombe 1971; Goldsmith y Carter 1981; Chudnoff 1984; Patterson 1988; Collardet y Besset 1992; Guindeo *et al.* 1997), rosado (Howard 1920; Fasolo 1939-40; Lebacq 1955; Goldsmith y Carter 1981; Esteban *et al.* 1991; Collardet y Besset 1992; Guindeo *et al.* 1997) o violeta (Chalk 1962; Richter 1988; Esteban *et al.* 1991; Collardet y Besset 1992; Guindeo *et al.* 1997) el duramen y la albura blanquecina (Fasolo 1939-40; Goldsmith y Carter 1981; Chudnoff 1984; Guindeo *et al.* 1997) o blanco amarillenta (Chalk 1962; Esteban *et al.* 1991; Collardet y Besset 1992). Olor característico cedro (Howard 1920; Cox 1939; Fasolo 1939-40; Henderson 1957; Chalk 1962; Rendle 1969a; Valley y Wycombe 1971; Chudnoff 1984; Patterson 1988; Esteban *et al.* 1991; Collardet y Besset 1992; Guindeo *et al.* 1997). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Fasolo 1939-40; Chalk 1962; Valley y Wycombe 1971; Goldsmith y Carter 1981; Esteban *et al.* 1991, 2002, 2004; Heinz 2004), ocasionalmente poco diferenciados (Cox 1939; Barefoot y Hankins 1982), de transición gradual (Chalk 1962). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Fasolo 1939-40; Lebacq 1955; Chalk 1962; Esteban *et al.* 2002, 2004). Espacios intercelulares presentes (Chalk 1962). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Peirce 1937; Fasolo 1939-40; Lebacq 1955; Chalk 1962; Esteban *et al.* 2002, 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937; Chalk 1962). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Fasolo 1939-40; Chalk 1962; Esteban *et al.* 2002, 2004). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Chalk 1962). Depósitos en las traqueidas longitudinales (Barefoot y Hankins 1982). Punteaduras areoladas con toro definido (Chalk 1962; Gadek *et al.* 2000). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Chalk 1962). **Parénquima axial.**- Presente, descrito ocasionalmente como ausente o escaso (Goldsmith y Carter 1981), de distribución difusa (Peirce 1937; Lebacq 1955; Chalk 1962; Esteban *et al.* 2002, 2004) y tangencial (Peirce 1937; Chalk 1962; Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004), irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Radiales leñosos homogéneos, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Heinz 2004) y punteadas (Peirce 1937; Chalk 1962; Valley y Wycombe 1971; Esteban *et al.* 2002, 2004), paredes finales lisas (Kaeiser 1950; Valley y Wycombe 1971; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Chalk 1962; Gadek *et al.* 2000). Con hendiduras (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresóide (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Chalk 1962; Esteban *et al.* 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 4 (Fasolo 1939-40; Chalk 1962; Esteban *et al.* 2002, 2004). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937; Chalk 1962). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Lebacq 1955; Esteban *et al.* 2004), generalmente entre 1 y 9 (Fasolo 1939-40; Chalk 1962; Esteban *et al.* 2002), con un máximo citado de hasta 25

células (Chalk 1962). *Canales resiníferos*.- No se han citado. *Inclusiones minerales*.- No se han descrito.

4.1.14.36. *Juniperus procumbens* (Siebold ex Endl.) Miq. in Siebold & Zuccarini

Información general y distribución geográfica

Creepin Juniper, Hai-byakushin o Sonare. Se distribuye en Japón en Kyushu y las islas Ryukyu.

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Muy plantada en jardines.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus procumbens* (Siebold ex Endl.) Miq. in P.F. von Siebold & J.G.Zuccarini, Fl. Jap. 2: 59 (1870).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus chinensis* var. *procumbens* Siebold ex Endl., Syn. Conif.: 21 (1847).
 - *Sabina chinensis* var. *procumbens* (Siebold ex Endl.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 55 (1857).
 - *Sabina procumbens* (Siebold ex Endl.) Iwata & Kusaka, Conif. Jap. Ill. Aject. Emend., ed. 2: 199 (1954).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus japonica* Carrière, Traité Gén. Conif.: 33 (1855).
 - *Juniperus japonica* var. *aurea-variegata* Ed.Otto, Hamburger Garten-Blumenzeitung 29: 203 (1873).
 - *Juniperus japonica* var. *alba* Standish ex Gordon, Pinetum, ed. 2: 161 (1875).
 - *Juniperus chinensis* f. *alba* (Standish ex Gordon) Rehder, J. Arnold Arbor. 6: 202 (1925).
 - *Juniperus chinensis* f. *japonica* (Carrière) O.L.Lipa, Dendrofl. URSR 1: 163 (1939).

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera. Heinz (2004) describe brevemente esta madera con anillos de crecimiento diferenciados, parénquima axila presente de distribución tangencial y paredes transversales noduladas, radios leñosos sin traqueidas radiales con las paredes finales noduladas y paredes horizontales lisas, ocasionalmente punteadas, punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide y radios de baja altura.

4.1.14.37. *Juniperus przewalskii* Kom.

Información general y distribución geográfica

Qi Kian Yuan Bai. Se distribuye en China en Gansu, este de Qinghai y norte de Sichuan, en altitudes comprendidas entre 2.250 y 3.900 m (Farjon 2005).

No se conocen poblaciones dentro de áreas protegidas.

Empleada en la talla de pequeños objetos y mobiliario, también como leña.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus przewalskii* Kom., Bot. Mater. Gerb. Glavn. Bot. Sada R.S.F.S.R. 5: 28 (1924).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Sabina przewalskii* (Kom.) W.C.Cheng & L.K.Fu, Fl. Reipubl. Popul. Sin. 7: 375 (1978).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón amarillento con tonalidades rojizas el duramen y la albura blanca o de color blanco amarillento (Jiang *et al.* 2010). Olor característico (Jiang *et al.* 2010). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), de transición gradual (Jiang *et al.* 2010). Presencia de falsos anillos de crecimiento (Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Espacios intercelulares presentes (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Verrugosidades presentes (Jiang *et al.* 2010). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Jiang *et al.* 2010) y tangencial (Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004) y también noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales punteadas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010) y paredes finales noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoide (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), frecuentemente entre 1 y 3 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar hasta 4 (Esteban *et al.* 2002, 2004). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Jiang *et al.* 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2002, 2004), generalmente entre 1 y 8 (Esteban *et al.* 2002; Jiang *et al.* 2010). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.38. *Juniperus pseudosabina* Fisch., Mey & Ave-Lall.

Información general y distribución geográfica

Ka Shi Fang Zhi Bai, Kun Lin Fang Zhi Bai o Xin Jiang Fang Zhi Bai. Se distribuye en Asia central en Afganistán, China, Kazakhstán, Kirgizstán, Mongolia, Pakistán, Tadjikistán y Uzbekistán, en altitudes comprendidas entre 1.950 y 4.100 m (Farjon 2005).

Algunas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas, pero la mayoría se encuentran fuera de las mismas.

No se han registrado usos sobre esta especie.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ ***Juniperus pseudosabina* Fisch. & C.A.Mey., Index Seminum (LE) 8: 65 (1842).**

○ Sinónimos nomenclaturales:

- *Juniperus sabina* Pall., Reise Russ. Reich. 3: 273 (1776), nom. illeg.
- *Sabina fischeri* Antoine, Cupress.-Gatt.: 53 (1857), nom. superfl.
- *Sabina pseudosabina* (Fisch. & C.A.Mey.) W.C.Cheng & W.T.Wang, Acta Phytotax. Sin. 13(4): 75 (1975).

○ Sinónimos taxonómicos:

- *Juniperus lycia* Siev., Neueste Nord. Beytr. Phys. Geogr. Erd-Völkerbeschreib. 7: 280 (1796).
- *Juniperus dumosa* Lindl. & Gordon, J. Hort. Soc. London 5: 201 (1850).
- *Juniperus centrasiatica* Kom., Bot. Mater. Gerb. Glavn. Bot. Sada R.S.F.S.R. 5: 27 (1924).
- *Juniperus turkestanica* Kom., Bot. Mater. Gerb. Glavn. Bot. Sada R.S.F.S.R. 5: 26 (1924).
- *Sabina centrasiatica* (Kom.) W.C.Cheng & L.K.Fu, Fl. Reipubl. Popul. Sin. 7: 370 (1978).
- *Sabina pseudosabina* var. *turkestanica* (Kom.) Chang Y.Yang, Fl. Reipubl. Popul. Sin. 7: 369 (1978).
- *Juniperus pseudosabina* var. *turkestanica* (Kom.) Silba, Phytologia Mem. 7: 36 (1984).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color rojizo el duramen y la albura blanquecina (Rushton 1915; Jain y Jain 1976). Olor característico (Jain y Jain 1976). Leve sabor (Jain y Jain 1976).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Rushton 1915; Greguss 1972; Jain y Jain 1976; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), de transición gradual (Jain y Jain 1976). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1972; Jain y Jain 1976; Esteban *et al.* 2002, 2004). Espacios intercelulares presentes (Jain y Jain 1976; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Rushton 1915; Peirce 1937; Greguss 1972; Jain y Jain 1976; Esteban *et al.* 2002, 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Rushton 1915; Peirce 1937). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Rushton 1915; Jain y Jain 1976; Esteban *et al.* 2002, 2004). Barras de Sanio asociadas generalmente a las punteaduras biseriadas (Rushton 1915). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Jain y Jain 1976). **Parénquima axial.**- Presente, descrito ocasionalmente como ausente o escaso (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004), de distribución difusa (Peirce 1937; Greguss 1972; Jain y Jain 1976) y tangencial (Rushton 1915; Peirce 1937; Greguss 1972; Jain y Jain 1976). Paredes transversales lisas (Greguss 1972), irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Greguss 1972; Jain y Jain 1976; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Radiales leñosos homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Jain y Jain 1976; Heinz 2004) y punteadas (Rushton 1915; Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), paredes finales noduladas (Rushton 1915; Peirce 1937; Greguss 1972; Jain y Jain 1976; Esteban *et al.* 2002, 2004;

Heinz 2004). Con hendiduras (Peirce 1937; Jain y Jain 1976). Punteaduras tipo cupresoide (Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), de 1 a 4 por campo (Rushton 1915; Jain y Jain 1976), frecuentemente entre 1 y 2 (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Rushton 1915; Peirce 1937; Greguss 1972). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Greguss 1972; Jain y Jain 1976; Esteban *et al.* 2004), generalmente entre 1 y 6 (Greguss 1972; Esteban *et al.* 2002; Heinz 2004). *Canales resiníferos*. - No se han citado. *Inclusiones minerales*. - No se han descrito.

4.1.14.39. *Juniperus recurva* Buch.-Ham. ex D. Don

Información general y distribución geográfica

Betar, Chui Zhi Bai, Coffing Juniper, Drooping Juniper, Enebro del Himalaya, Guggul, Pama, Sacred Juniper, Thelu o Xiao Guo Chi Zhi Bai. Se distribuye en el Himalaya en Nepal, Sikkim, Bután, India y sur de Xizang (Tíbet), en Myanmar, noroeste de Yunnan y suroeste de Sichuan, en altitudes comprendidas entre 2.400 y 4.500 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada de manera ornamental en jardines de monasterios y templos.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus recurva* Buch.-Ham. ex D. Don, Prodr. Fl. Nepal.: 55 (1825).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Sabina recurva* (Buch.-Ham. ex D. Don) Antoine, Cupress.-Gatt.: 67 (1857).
 - *Juniperus recurva* var. *typica* Patschke, Bot. Jahrb. Syst. 48: 776 (1913), nom. inval.
 - *Sabinella recurva* (Buch.-Ham. ex D. Don) Nakai, Tyosen Sanrin Kaiho 165: 14 (1938).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus squamosa* Buch.-Ham. ex Wall., Numer. List: n.º 6043 (1831), nom. nud.
 - *Juniperus religiosa* Royle, Ill. Bot. Himal. Mts.: 351 (1839).
 - *Juniperus recurva* var. *tenuifolia* Spach, Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 2, 16: 292 (1841).
 - *Juniperus uvifera* Loudon, Encycl. Trees Shrubs: 1088 (1842).
 - *Juniperus incurva* Buch.-Ham. ex Endl., Syn. Conif.: 18 (1847).
 - *Juniperus lambertiana* Wall. ex Endl., Syn. Conif.: 19 (1847).
 - *Juniperus procumbens* Siebold ex Lindl., J. Hort. Soc. London 5: 228 (1850), nom. inval.
 - *Juniperus butanensis* Wender., Pfl. Bot. Gärt.: 36 (1851).
 - *Juniperus repanda* Carrière, Traité Gén. Conif.: 27 (1855).
 - *Juniperus canescens* Wall. ex Gordon, Pinetum: 106 (1858), nom. inval.
 - *Juniperus nepalensis* Rinz. ex Gordon, Pinetum: 106 (1858).
 - *Juniperus lorulasi* K. Koch, Dendrologie 2(2): 135 (1873).
 - *Juniperus recurva* var. *uncinata* R. P. Adams, Phytologia 91: 365 (2009).

- ✓ *Juniperus recurva* var. *coxii* (A.B.Jacks.) Melville, Kew Bull. 13: 533 (1958 publ. 1959).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus coxii* A.B.Jacks., New Fl. & Silva 5: 33 (1932).
 - *Sabina recurva* var. *coxii* (A.B.Jacks.) W.C.Cheng & L.K.Fu, Fl. Reipubl. Popul. Sin. 7: 352 (1978).
- ✓ *Juniperus recurva* var. *recurva*.
 - No tiene sinónimos

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color rojizo (Gamble 1902; Rushton 1915; Jain y Jain 1976; Jiang *et al.* 2010) el duramen y la albura blanca (Gamble 1902; Jain y Jain 1976) o blanco amarillenta (Jiang *et al.* 2010). Olor característico (Gamble 1902; Jain y Jain 1976; Jiang *et al.* 2010). Ligero sabor amargo (Jain y Jain 1976; Jiang *et al.* 2010).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Rushton 1915; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), de transición gradual (Rushton 1915; Jain y Jain 1976; Jiang *et al.* 2010) o abrupta (Suzuki y Noshiro 1988). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Rushton 1915; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de espacios intercelulares (Jain y Jain 1976; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Rushton 1915; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Rushton 1915; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Barras de Sanio presentes (Suzuki y Noshiro 1988). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Suzuki y Noshiro 1988). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Jain y Jain 1976). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Rushton 1915; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Jiang *et al.* 2010) y tangencial (Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Rushton 1915; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). **Radios leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Jain y Jain 1976; Heinz 2004) y punteadas (Rushton 1915; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), paredes finales noduladas (Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Jain y Jain 1976; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoide (Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar hasta 4 (Rushton 1915; Jain y Jain 1976; Esteban *et al.* 2002, 2004). Radios exclusivamente uniseriados (Rushton 1915; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2004; Jiang *et al.* 2010), generalmente entre 1 y 10 (Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002), con máximos citados de hasta 20 células (Jiang *et al.* 2010). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.40. *Juniperus rigida* Siebold & Zucc.

Información general y distribución geográfica

Byakudan, Hai-matzu, Hai-muro, Hai-nezu, Japanese Byakudan, Miyamanezu, Muro, Nezu, Needle Juniper, Nezumisashi, Nezy-misashi, Nijiko, Shore Juniper o Temple Juniper. Se distribuye en China, Japón, Corea del Norte y el este de Rusia, en altitudes comprendidas entre el nivel del mar y 2.200 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada en parques y jardines. Su madera se emplea a nivel local para la fabricación de mobiliario y pequeñas piezas.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus rigida* Siebold & Zucc., Abh. Math.-Phys. Cl. Königl. Bayer. Akad. Wiss. 4(3): 233 (1846).
 - No tiene sinónimos
- ✓ *Juniperus rigida* subsp. *conferta* (Parl.) Kitam., Acta Phytotax. Geobot. 26: 9 (1974).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus conferta* Parl., Index Seminum (FI) 1862: 23 (1863).
 - *Juniperus rigida* var. *conferta* (Parl.) Patschke, Bot. Jahrb. Syst. 48: 678 (1913).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus litoralis* Maxim., Bull. Acad. Imp. Sci. Saint-Petersbourg 12: 230 (1867).
 - *Juniperus coreana* Nakai, Bot. Mag. (Tokyo) 40: 161 (1926).
 - *Juniperus rigida* subsp. *litoralis* Urusov, Byull. Glavn. Bot. Sada 122: 56 (1981).
 - *Juniperus rigida* var. *litoralis* (Urusov) Kozhevnikova, Fl. Ross. Dal'nego Vostoka: 42 (2006).
- ✓ *Juniperus rigida* subsp. *rigida*.
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus communis* Thunb., Fl. Jap.: 264 (1784), sensu auct.
 - *Juniperus arborea* Budischtschew ex Trautv., Trudy Imp. S.-Peterburgsk. Bot. Sada 9: 214 (1884).
 - *Juniperus seoulensis* Nakai, Bot. Mag. (Tokyo) 31: 23 (1917).
 - *Juniperus utilis* Koidz., Bot. Mag. (Tokyo) 44: 99 (1930).
 - *Juniperus utilis* var. *modesta* Nakai, Chosen Sanrin Kaihō 158: 26 (1938).
 - *Juniperus conferta* var. *pseudorigida* Makino, Ill. Fl. Japan: 896 (1940).
 - *Juniperus rigida* subsp. *pseudorigida* (Makino) Kitam., Acta Phytotax. Geobot. 26: 9 (1974).
 - *Juniperus rigida* f. *modesta* (Nakai) Y.C.Zhu in Z.Y.Chang (ed.), Pl. Medic. Chinae Bor.-Orient.: 59 (1989).
 - *Juniperus rigida* var. *cispidatus* Pshenn., Byull. Glavn. Bot. Sada 181: 116 (2001), contrary to Arts. 37.3 & 37.6 ICBN (2000)
 - *Juniperus rigida* var. *hibernica* Pshenn., Byull. Glavn. Bot. Sada 181: 116 (2001), contrary to Arts. 37.3 & 37.6 ICBN (2000)

- *Juniperus rigida* var. *pendula* Pshenn., Byull. Glavn. Bot. Sada 181: 117 (2001), contrary to Arts. 37.3 & 37.6 ICBN (2000)
- *Juniperus rigida* var. *pyramidalis* Pshenn., Byull. Glavn. Bot. Sada 181: 116 (2001), contrary to Arts. 37.3 & 37.6 ICBN (2000)

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón amarillento (Jiang *et al.* 2010) o rosáceo (Esteban *et al.* 1991) el duramen y la albura blanco amarillenta (Esteban *et al.* 1991; Jiang *et al.* 2010). Olor característico (Esteban *et al.* 1991; Jiang *et al.* 2010). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), de transición gradual (Penhallow 1907; Benkova y Schweingruber 2004; Jiang *et al.* 2010) o abrupta (Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Penhallow 1907; Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Penhallow 1907; Peirce 1937; Benkova y Schweingruber 2004; Jiang *et al.* 2010) y tangencial (Peirce 1937; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales lisas (Peirce 1937), irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). **Radiales leñosos.-** Radiales leñosos homogéneos, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) y punteadas (Penhallow 1907; Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), paredes finales lisas (Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) y noduladas (Penhallow 1907; Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoide (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Jiang *et al.* 2010) y taxodioide (Benkova y Schweingruber 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar hasta 4 (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2002; Jiang *et al.* 2010). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937; Jiang *et al.* 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2002, 2004), generalmente entre 1 y 10 (Esteban *et al.* 2002; Benkova y Schweingruber 2004; Jiang *et al.* 2010). **Canales resiníferos.-** No se han citado. **Inclusiones minerales.-** No se han descrito.

4.1.14.41. *Juniperus sabina* L.

Información general y distribución geográfica

Cha Zi Yuan Bai, Kazakij Mozzel'nik, Sabina, Sabine, Sadebaum, Savin, Sebenbaum, Stinkwacholder o Xing An Yuan Bai. Se distribuye en Europa, norte de África y Asia, en altitudes comprendidas entre 400 y 3.350 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Se usa para talla de pequeños objetos. Aceites esenciales empleados en medicina.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus sabina* L., Sp. Pl.: 1039 (1753).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus sabina* var. *cupressifolia* Aiton, Hortus Kew. 3: 414 (1789), nom. inval.
 - *Juniperus humilis* Salisb., Prodr. Stirp. Chap. Allerton: 397 (1796), nom. superfl.
 - *Juniperus sabina* var. *vulgaris* Endl., Syn. Conif.: 22 (1847), nom. inval.
 - *Sabina vulgaris* Antoine, Cupress.-Gatt.: 58 (1857).
 - *Sabina officinalis* Garcke, Fl. N. Mitt.-Deutschland, ed. 4: 387 (1858), nom. superfl.
- ✓ ***Juniperus sabina* var. *arenaria* (E.H.Wilson) Farjon, World Checklist Bibliogr. Conifers, ed. 2: 73 (2001).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus chinensis* var. *arenaria* E.H.Wilson, J. Arnold Arbor. 9: 20 (1928).
 - *Juniperus arenaria* (E.H.Wilson) Florin, Acta Horti Berg. 14: 353 (1948).
 - *Juniperus sabina* subsp. *arenaria* (E.H.Wilson) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 15 (2006).
- ✓ ***Juniperus sabina* var. *davurica* (Pall.) Farjon, World Checklist Bibliogr. Conifers, ed. 2: 73 (2001).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus davurica* Pall., Fl. Ross. 1(2): 13 (1789).
 - *Sabina davurica* (Pall.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 56 (1857).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus davurica* Lindl. & Gordon, J. Hort. Soc. London 5: 200 (1850).
 - *Juniperus davurica* subsp. *maritima* Urusov, Byull. Glavn. Bot. Sada 122: 55 (1981).
 - *Juniperus davurica* var. *glaucoviridis* Pshenn., Byull. Glavn. Bot. Sada 181: 116 (2001), contrary to Arts. 37.3 & 37.6 ICBN (2000)
 - *Juniperus davurica* var. *oblonga* Pshenn., Byull. Glavn. Bot. Sada 181: 115 (2001), contrary to Arts. 37.3 & 37.6 ICBN (2000)
 - *Juniperus davurica* var. *maritima* (Urusov) Kozhevnikova, Fl. Ross. Dal'nego Vostoka: 42 (2006).
- ✓ ***Juniperus sabina* var. *sabina*.**
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus lusitanica* Mill., Gard. Dict. ed. 8: n.º 11 (1768).
 - *Juniperus sabina* var. *variegata* Weston, Engl. Fl.: 19 (1775).
 - *Juniperus sabina* var. *tamariscifolia* Aiton, Hortus Kew. 3: 414 (1789).
 - *Juniperus excelsa* Willd., Sp. Pl. 4: 852 (1806), nom. illeg.
 - *Juniperus sabina* var. *pungens* Gaudin, Fl. Helv. 6: 299 (1830).
 - *Juniperus alpina* Lodd., Cat. Pl., ed. 16: 48 (1836), nom. illeg.
 - *Sabina vulgaris* var. *arborescens* Antoine, Cupress.-Gatt.: 58 (1857).
 - *Juniperus tamariscifolia* K.Koch, Dendrologie 2(2): 125 (1873).
 - *Sabina cupressifolia* Antoine ex K.Koch, Dendrologie 2(2): 125 (1873).

- *Sabina tamariscifolia* K.Koch, Dendrologie 2(2): 125 (1873).
- *Juniperus sabina* f. *variegata* (Weston) Beissn., Handb. Conif.: 15 (1887).
- *Juniperus sabina* f. *fastigiata* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 111 (1891).
- *Juniperus sabina* f. *tamariscifolia* (Aiton) Koehne, Deut. Dendrol.: 53 (1893).
- *Sabina alpestris* Jord. in C.T.A.Jordan & J.P.Fourreau, Icon. Fl. Eur. 3: 5 (1903).
- *Sabina villarsii* Jord. in C.T.A.Jordan & J.P.Fourreau, Icon. Fl. Eur. 3: 4 (1903).
- *Juniperus sabina* var. *lusitanica* (Mill.) C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 206 (1913).
- *Sabina vulgaris* var. *yulinensis* T.C.Chang & C.G.Chen, Acta Phytotax. Sin. 19: 263 (1981).
- *Juniperus sabina* subsp. *tamariscifolia* (Aiton) A.E.Murray, Kalmia 12: 21 (1982).
- *Juniperus sabina* var. *monosperma* Chang Y.Yang, Fl. Xinjiangensis 1: 305 (1992 publ. 1993).
- *Juniperus sabina* var. *yulinensis* (T.C.Chang & C.G.Chen) Y.F.Yu & L.K.Fu, Novon 7: 444 (1997 publ. 1998).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color rojizo el duramen y la albura blanca (Peraza 1964). Olor característico (Peraza 1964; Schweingruber 1990), descrito como nauseabundo (Esteban *et al.* 1991, 1996). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1896; Penhallow 1907; Greguss 1972; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004), de transición gradual (Schweingruber 1978, 1990; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Benkova y Schweingruber 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Peraza 1964; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Penhallow 1907; Peirce 1937; Peraza 1964; Greguss 1972; Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1907; Peraza 1964; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Verrugosidades presentes (Kocon 1984). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, descrito como escaso (Peraza 1964), de distribución difusa (Peirce 1937; Schweingruber 1990; Benkova y Schweingruber 2004), tangencial (Penhallow 1896, 1907; Peirce 1937; Greguss 1972; Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 2000; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004) y terminal (Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 2000). Paredes transversales lisas (Peraza 1964; Heinz 2004), irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Radiales leñosos homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913; Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Penhallow 1907; Schweingruber 1990; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004) y

punteadas (Penhallow 1907; Peirce 1937; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), paredes finales noduladas (Penhallow 1907; Peirce 1937; Greguss 1972; Schweingruber 1978, 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; IAWA Committee 2004; Benkova y Schweingruber 2004; Heinz 2004). Con hendiduras (Peirce 1937; Greguss 1972; Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004). Punteaduras tipo cupresoide (Peirce 1937; Peraza 1964; Greguss 1972; Schweingruber 1978; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004) y taxodioides (Schweingruber 1978; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Benkova y Schweingruber 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Penhallow 1907; Greguss 1972; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 6 (Greguss 1972). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Penhallow 1896; Peirce 1937; Peraza 1964). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Peraza 1964; Esteban *et al.* 2000, 2004), generalmente entre 1 y 8 (Greguss 1972; Schweingruber 1978; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Esteban *et al.* 2002; Benkova y Schweingruber 2004). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.42. *Juniperus saltillensis* M. T. Hall

Información general y distribución geográfica

Se distribuye en México en Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Zacatecas, en altitudes comprendidas entre 1.800 y 2.900 m (Farjon 2005).

Esta especie requiere de urgentes medidas de protección frente al ganado.

Empleada en la construcción del vallado y como leña.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus saltillensis* M.T.Hall, Fieldiana, Bot. 34(4): 45 (1971).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Juniperus ashei* var. *saltillensis* (M.T.Hall) Silba, Phytologia Mem. 7: 32 (1984).

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera. Ter Welle y Adams (1998) describen brevemente esta madera con anillos de crecimiento diferenciados, traqueidas con punteaduras en la pared radial uniseriadas y en la pared tangencial en la madera tardía, presencia de espacios intercelulares, parénquima axial en distribución tangencial y paredes transversales noduladas, radios leñosos sin traqueidas radiales, ocasionalmente biseriados, con paredes horizontales punteadas y paredes finales noduladas, punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide y altura de los radios no superior a 10 células.

4.1.14.43. *Juniperus saltuaria* Rehder & Wils.

Información general y distribución geográfica

Fang Zhi Bai. Se distribuye en China en las provincias de Gansu, Qinghai, Sichuan, noroeste de Yunnan y este de Xizang (Tíbet), en altitudes comprendidas entre 2.100 y 4.600 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada en la talla de pequeños objetos, mobiliario y a nivel local como leña.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus saltuaria* Rehder & E.H.Wilson in C.S.Sargent, Pl. Wilson. 2: 61 (1914).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Sabina saltuaria* (Rehder & E.H.Wilson) W.C.Cheng & W.T.Wang in W.J.Zheng & al., Trees of China 1: 257 (1961).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón rosado el duramen y la albura blanco amarillenta (Jiang *et al.* 2010). Olor característico (Jiang *et al.* 2010). Leve sabor amargo (Jiang *et al.* 2010).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), de transición gradual (Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004) y redondeada (Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de espacios intercelulares (Yu 1948; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Yu 1948; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Jiang *et al.* 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Yu 1948; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Jiang *et al.* 2010) y tangencial (Yu 1948; Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales lisas (Jiang *et al.* 2010) y también noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales punteadas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010) y paredes finales noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoide (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), frecuentemente entre 1 y 3 punteaduras por campo (Yu 1948; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar hasta 5 (Esteban *et al.* 2002). Radiales casi exclusivamente uniseriados (Yu 1948; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Yu 1948; Esteban *et al.* 2004; Jiang *et al.* 2010), generalmente entre 1 y 5 (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.44. *Juniperus saxicola* Britton & P. Wilson

Información general y distribución geográfica

Se distribuye en Cuba, en altitudes comprendidas entre 1.450 y 1.700 m (Farjon 2005).

Esta especie requiere de urgentes medidas de conservación y restauración de sus poblaciones.

No se han registrado usos para esta especie.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus saxicola* Britton & P.Wilson, Bull. Torrey Bot. Club 50: 35 (1923).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus barbadensis* subsp. *saxicola* (Britton & P.Wilson) Borhidi, Acta Bot. Hung. 37: 90 (1992).

- *Juniperus barbadensis* var. *saxicola* (Britton & P.Wilson) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 7: 25 (2000).

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera. [Ter Welle y Adams \(1998\)](#) describen brevemente esta madera con anillos de crecimiento diferenciados, traquedias con punteaduras en la pared radial uniseriadas y en la pared tangencial en la madera tardía, presencia de espacios intercelulares, parénquima axial en distribución tangencial y paredes transversales noduladas, radios leñosos homogéneos ocasionalmente biseriados, con paredes horizontales punteadas y paredes finales noduladas, punteaduras del campo de cruce tipo cupresoides y altura de los radios no superior a 10 células.

4.1.14.45. *Juniperus scopulorum* Sarg.

Información general y distribución geográfica

Cedro Rojo, Cedro Rojo de las Montañas Rocosas, Red-cedar, River Juniper, Rocky Mountain Juniper o Rocky Mountain Red-cedar. Se distribuye en Canadá en Alberta y Columbia Británica, en Estados Unidos en Arizona, Colorado, Idaho, Montana, Nebraska, Nevada, Nuevo México, Dakota del Norte, Oregón, Dakota del Sur, Texas, Utah, Washington y Wyoming, y en México en Chihuahua y Coahuila, en altitudes comprendidas entre 500 y 2.300 m, con poblaciones presentes de manera esporádica entre 5 y 2.770 m ([Farjon 2005](#)).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada a nivel local como leña.

Sinónimos ([Govaerts y Farjon 2014](#)):

- ✓ ***Juniperus scopulorum* Sarg., Gard. & Forest 10: 420 (1897).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus virginiana* var. *scopulorum* (Sarg.) Lemmon, Cone-bear. Trees Pacif. Slope, ed. 4: 114 (1900).
 - *Sabina scopulorum* (Sarg.) Rydb., Bull. Torrey Bot. Club 32: 598 (1905).
 - *Juniperus virginiana* subsp. *scopulorum* (Sarg.) A.E.Murray, Kalmia 13: 8 (1983).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus excelsa* Pursh, Fl. Amer. Sept. 2: 647 (1813), nom. illeg.
 - *Juniperus virginiana* var. *montana* Vasey, Dept. Agric. Bot. Div. Bull. 1875: 47 (1876).
 - *Juniperus occidentalis* var. *pleiosperma* Engelm., Trans. Acad. Sci. St. Louis 3: 590 (1877).
 - *Juniperus scopulorum* var. *argentea* D.Hill ex Rehder in L.H.Bailey, Cult. Evergreens: 206 (1923).
 - *Juniperus scopulorum* var. *viridifolia* D.Hill ex Rehder in L.H.Bailey, Cult. Evergreens: 206 (1923).
 - *Juniperus scopulorum* *horizontalis* D.Hill, Cat. 1925(Fall): 15 (1925).
 - *Juniperus scopulorum* var. *columnaris* Fassett, Bull. Torrey Bot. Club 72: 482 (1945).
 - *Juniperus scopulorum* f. *argentea* (D.Hill ex Rehder) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 63 (1949).

- *Juniperus scopulorum* f. *columnaris* (Fassett) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 63 (1949).
- *Juniperus scopulorum* f. *horizontalis* (D.Hill) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 63 (1949).
- *Juniperus scopulorum* f. *viridifolia* (D.Hill ex Rehder) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 63 (1949).
- *Juniperus maritima* R.P.Adams, Phytologia 89: 278 (2007).

Propiedades físicas

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas de su madera. (Esteban *et al.* 2000) describe esta madera como olorosa.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Presencia de espacios intercelulares (ter Welle y Adams 1998). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Peirce 1937), tangencial (Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004) y terminal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Paredes transversales irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Radios leñosos homogéneos, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Heinz 2004) y punteadas (Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), paredes finales lisas (Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Con hendiduras (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresoide (Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 4 (Esteban *et al.* 2000, 2002). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937; ter Welle y Adams 1998). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), generalmente entre 1 y 8 (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.46. *Juniperus semiglobosa* Regel

Información general y distribución geográfica

Kun Lin Duo Zi Bai o Pencil Cedar. Se distribuye en Asia central en Kazakstán, Kyrgyzstán, Tadjikistán y Uzbekistán, en el oeste de Asia en Afghanistan y Paquistán, en China en Xinjiang y oeste de Xizang (Tíbet), en la India en Himachal, Pradesh y Jammu-Kashmir, y en Nepal, en altitudes comprendidas entre 1.550 y 4.350 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada principalmente como leña y la fabricación de souvenirs. Follaje empleado en medicina.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus semiglobosa* Regel, Trudy Imp. S.-Peterburgsk. Bot. Sada 6: 487 (1879).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Sabina semiglobosa* (Regel) L.K.Fu & Y.F.Yu in L.K.Fu & T.Hong (eds.), Higher Pl. China 3: 88 (2000).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus excelsa* Wall., Numer. List: n.º 6041 (1831), nom. nud.
 - *Juniperus talassica* Lipsky, Trudy Lyes. Opit. Dyelu Ross. 30: 33 (1911), nom. nud.
 - *Juniperus jarkendensis* Kom., Bot. Mater. Gerb. Glavn. Bot. Sada R.S.F.S.R. 4: 181 (1923).
 - *Juniperus schugnanica* Kom., Bot. Zhurn. S.S.S.R. 17: 482 (1932).
 - *Juniperus media* V.D.Dmitriev, Trudy Sektora Agrolesomelior. Lesn. Khoz. Komiteta Nauk Uzbek S.S.R. 4: 31 (1938).
 - *Juniperus intermedia* Drobow, Bot. Mater. Gerb. Bot. Inst. Uzbekistansk. Fil. Akad. Nauk S.S.S.R. 7: 6 (1941), nom. illeg.
 - *Juniperus drobovii* Sumnev., Bot. Mater. Gerb. Inst. Bot. Zool. Akad. Nauk Uzbeksk. S.S.R. 10: 22 (1948).
 - *Juniperus tianschanica* Sumnev., Bot. Mater. Gerb. Inst. Bot. Zool. Akad. Nauk Uzbeksk. S.S.R. 10: 24 (1948).
 - *Sabina vulgaris* var. *jarkendensis* (Kom.) Chang Y.Yang, Fl. Reipubl. Popul. Sin. 7: 360 (1978).
 - *Juniperus sabina* var. *jarkendensis* (Kom.) Silba, Phytologia 68: 33 (1990).
 - *Juniperus semiglobosa* var. *drobovii* (Sumnev.) Silba, Phytologia 68: 33 (1990).
 - *Juniperus semiglobosa* var. *talassica* (Lipsky) Silba, Phytologia 68: 34 (1990).
 - *Juniperus semiglobosa* subsp. *talassica* (Lipsky) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 15 (2006).

Propiedades físicas

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas de su madera.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Greguss 1972). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1972). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Peirce 1937; Greguss 1972), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Greguss 1972). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Peirce 1937; Greguss 1972), tangencial (Peirce 1937) y terminal (Greguss 1972). Paredes transversales lisas (Greguss 1972) y también noduladas (Peirce 1937; Greguss 1972). **Radiales leñosos.**- Radiales leñosos homogéneos,

compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937). Paredes horizontales punteadas (Peirce 1937; Greguss 1972) y paredes finales noduladas (Peirce 1937; Greguss 1972). Con hendiduras (Peirce 1937; Greguss 1972). Punteaduras tipo cupresoides (Peirce 1937; Greguss 1972), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Greguss 1972), pudiendo llegar hasta 6 (Greguss 1972). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937). De altura comprendida entre 1 y 8 células (Greguss 1972). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.47. *Juniperus squamata* D. Don

Información general y distribución geográfica

Chundur, Gao Shan Bai, Himalayan Juniper, Nepalese Juniper o Pudma. Se distribuye en Afganistán, norte de Paquistán, India, Nepal, Bután, norte de Myanmar, China y Taiwán, en altitudes comprendidas entre 1.340 y 4.850 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada de manera ornamental.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus squamata* Buch.-Ham. ex D.Don in A.B.Lambert, Descr. Pinus 2: 17 (1824).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Sabina squamata* (Buch.-Ham. ex D.Don) Antoine, Cupress.-Gatt.: 66 (1857).
 - *Juniperus recurva* var. *squamata* (Buch.-Ham. ex D.Don) Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 482 (1868).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus recurva* var. *densa* Carrière, Traité Gén. Conif.: 27 (1855).
 - *Sabina recurva* var. *densa* (Carrière) Antoine, Cupress.-Gatt.: 67 (1857).
 - *Juniperus densa* (Carrière) Gordon, Pinetum, Suppl.: 32 (1862).
 - *Juniperus lemeana* H.Lév. & Blin. in A.A.H.Léveillé, Fl. Kouy-Tchéou: 111 (1914).
 - *Juniperus squamata* var. *fargesii* Rehder & E.H.Wilson in C.S.Sargent, Pl. Wilson. 2: 59 (1914).
 - *Juniperus squamata* var. *meyeri* Rehder, J. Arnold Arbor. 3: 207 (1922).
 - *Juniperus squamata* var. *prostrata* Hornibr., Dwarf Conifers: 77 (1923).
 - *Juniperus fargesii* (Rehder & E.H.Wilson) Kom., Bot. Mater. Gerb. Glavn. Bot. Sada R.S.F.S.R. 5: 30 (1924).
 - *Juniperus franchetiana* H.Lév. ex Kom., Bot. Mater. Gerb. Glavn. Bot. Sada R.S.F.S.R. 5: 30 (1924).
 - *Juniperus kansuensis* Kom., Bot. Mater. Gerb. Glavn. Bot. Sada R.S.F.S.R. 5: 31 (1924).
 - *Juniperus squamata* f. *prostrata* (Hornibr.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 58 (1949).
 - *Juniperus baimashanensis* Y.F.Yu & L.K.Fu, Novon 7: 443 (1997 publ. 1998).

- *Juniperus squamata* var. *hongxiensis* Y.F.Yu & L.K.Fu, Novon 7: 444 (1997 publ. 1998).
- *Juniperus squamata* var. *parvifolia* Y.F.Yu & L.K.Fu, Novon 7: 444 (1997 publ. 1998).
- *Sabina squamata* var. *fargesii* (Rehder & E.H.Wilson) L.K.Fu & Y.F.Yu in L.K.Fu & T.Hong (eds.), Higher Pl. China 3: 86 (2000).
- *Juniperus pingii* subsp. *baimashanensis* (Y.F.Yu & L.K.Fu) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 13 (2006).
- *Juniperus squamata* subsp. *fargesii* (Rehder & E.H.Wilson) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 16 (2006).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón amarillento (Jiang *et al.* 2010) o rojizo (Jain y Jain 1976; Jiang *et al.* 2010) el duramen y la albura blanquecina (Jain y Jain 1976) o blanco amarillenta (Kanehira 1921a; Jiang *et al.* 2010). Olor característico a ciprés (Jain y Jain 1976; Jiang *et al.* 2010). Sabor amargo (Jain y Jain 1976; Jiang *et al.* 2010).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), ocasionalmente descritos como poco diferenciados (Kanehira 1921a), de transición gradual (Jain y Jain 1976; Jiang *et al.* 2010) o abrupta (Suzuki y Noshiro 1988). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de espacios intercelulares (Jain y Jain 1976). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937; Jiang *et al.* 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Barras de Sanio presentes (Suzuki y Noshiro 1988). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Suzuki y Noshiro 1988). Verrugosidades presentes (Kocon 1984). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Jain y Jain 1976). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Jiang *et al.* 2010) y tangencial (Kanehira 1921a; Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales lisas (Jiang *et al.* 2010) y también noduladas (Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). **Radiales leñosos.**- Radiales leñosos homogéneos, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Jiang *et al.* 2010) y punteadas (Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004), paredes finales lisas (Suzuki y Noshiro 1988; Jiang *et al.* 2010) y noduladas (Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoide (Peirce 1937; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Kanehira 1921a; Suzuki y Noshiro 1988; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar hasta 4 (Kanehira 1921a; Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988; Jiang *et al.* 2010). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937; Jiang *et al.* 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), generalmente

entre 1 y 8 (Jain y Jain 1976; Suzuki y Noshiro 1988). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.48. *Juniperus standleyi* Steyermark

Información general y distribución geográfica

Ciprés, Hiutó o Huitum. Se distribuye en Méjico en Chiapas y en Guatemala en Huehuetenango y San Marcos, en altitudes comprendidas entre 3.000 y 4.250 m (Farjon 2005).

Esta especie requiere urgentes medidas de protección.

Empleado en postes y como leña.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus standleyi* Steyerm., Publ. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 23: 3 (1943).
 - No tiene sinónimos

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera.

4.1.14.49. *Juniperus taxifolia* Hook. & Arn.

Información general y distribución geográfica

Hainezu, Fitchesi, Okinawa.hainezu o Yew-leaved Juniper. Se distribuye en Japón en las islas Ryukyu y en el noreste del Pacífico, en altitudes próximas al nivel del mar (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Plantada en jardines.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Juniperus taxifolia* Hook. & Arn., Bot. Beechey Voy.: 271 (1838).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Juniperus lutchuensis* Koidz., Bot. Mag. (Tokyo) 32: 138 (1918).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus triangularis* Mast., J. Linn. Soc., Bot. 26: 543 (1902).
 - *Juniperus lutchuensis* var. *maritima* Iwata & Kusaka, Conif. Jap. Ill. Aject. Emend., ed. 2: 195 (1954).

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera. Heinz (2004) describe brevemente esta madera con anillos de crecimiento diferenciados, parénquima axial presente en distribución tangencial con paredes transversales lisas e irregulares, radios leñosos sin traqueidas radiales, y con las paredes horizontales y finales lisas.

4.1.14.50. *Juniperus thurifera* L.

Información general y distribución geográfica

Aoual, Araâr, Cedro de España, Enebro, Enebro Incienso, Génevier Al'encens, Ginepro d'Incenso, Incense Cedar, Incense Juniper, Miter, Sabina Albar, Sabina Blanca, Sabina Roma, Sabina Turífera, Savina Turífera, Spanich Juniper, Taoualt, Trabina, Weihrauch Sadebaum o

Weihrauchwacholder. Se distribuye en el suroeste de Europa en el sur de Francia y España, y en el norte de África en Marruecos y norte de Algeria, en altitudes comprendidas entre 300 y 2.400 m (Farjon 2005).

Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada antiguamente en la construcción, también como incienso y leña. Muy empleada en escultura y ebanistería por sus características resistentes y olor agradable.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ ***Juniperus thurifera* L., Sp. Pl.: 1039 (1753).**

○ Sinónimos nomenclaturales:

- *Juniperus foetida* var. *thurifera* (L.) Spach, Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 2, 16: 298 (1841).
- *Sabina thurifera* (L.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 51 (1857).

○ Sinónimos taxonómicos:

- *Juniperus hispanica* Mill., Gard. Dict. ed. 8: n.º 13 (1768).
- *Juniperus bonatiana* Vis., Mem. Reale Ist. Veneto Sci. 6: 245 (1856).
- *Sabina foetidissima* var. *bonatiana* (Vis.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 49 (1857).
- *Sabina pseudothurifera* Antoine, Cupress.-Gatt.: 60 (1857).
- *Juniperus cinerea* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 35 (1867).
- *Juniperus thurifera* var. *gallica* Coincy, Bull. Soc. Bot. France 45: 430 (1898).
- *Juniperus gallica* (Coincy) Rouy in G.Rouy & J.Foucaud, Fl. France 14: 374 (1913).
- *Juniperus thurifera* race *gallica* (Coincy) Rouy in G.Rouy & J.Foucaud, Fl. France 14: 374 (1913).
- *Juniperus thurifera* var. *africana* Maire, Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique N. 17: 125 (1926).
- *Juniperus thurifera* f. *fastigiata* Maire, Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique N. 32: 224 (1941).
- *Juniperus africana* (Maire) Villar, Types Sols Afr. Nord. 1: 91 (1947).
- *Juniperus thurifera* subsp. *gallica* (Coincy) A.E.Murray, Kalmia 12: 21 (1982).
- *Juniperus thurifera* subsp. *africana* (Maire) Gauquelin, Idr.Hass. & P.Lebreton, Ecol. Medit. 14: 39 (1988).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón rojizo (Peraza 1964; Ruiz y Ceballos 1979; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991) el duramen y la albura amarillenta (Peraza 1964; Ruiz y Ceballos 1979; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991). Olor característico (Peraza 1964; Ruiz y Ceballos 1979; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991, 2000). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991, 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Peraza 1964;

Esteban *et al.* 2002, 2004). Espacios intercelulares presentes (Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Peirce 1937; Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937; Peraza 1964). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Muestras en el borde de las punteaduras (Willebrand 1995). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Peirce 1937), tangencial (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004) y terminal (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Paredes transversales irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). **Radios leñosos.-** Radios leñosos homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Esteban *et al.* 2000; Heinz 2004) y punteadas (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), paredes finales lisas (Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Peraza 1964; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; IAWA Committee 2004). Con hendiduras (Peirce 1937). Punteaduras tipo cupresoides (Peirce 1937; Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), entre 1 y 4 por campo (Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937; Peraza 1964). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 2000, 2004), generalmente entre 1 y 6 (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.-** No se han citado. **Inclusiones minerales.-** No se han descrito.

4.1.14.51. *Juniperus tibetica* Kom.

Información general y distribución geográfica

Da Guo Yuan Bai o Tibetan Juniper. Se distribuye en China en el sur de Gansu, sureste de Qinghai, Sichuan y Xizang (Tíbet), en altitudes comprendidas entre 2.600 y 4.780 m (Farjon 2005).

Pocos ejemplares se encuentran protegidos. Se requieren mayores medidas de protección para esta especie.

Empleada principalmente como leña. Su madera también se emplea para la talla de pequeños objetos y mobiliario.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus tibetica* Kom., Bot. Mater. Gerb. Glavn. Bot. Sada R.S.F.S.R. 5: 27 (1924).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Sabina tibetica* (Kom.) W.C.Cheng & L.K.Fu, Fl. Reipubl. Popul. Sin. 7: 370 (1978).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus potaninii* Kom., Bot. Mater. Gerb. Glavn. Bot. Sada R.S.F.S.R. 5: 28 (1924).
 - *Juniperus zaidamensis* Kom., Bot. Mater. Gerb. Glavn. Bot. Sada R.S.F.S.R. 5: 29 (1924).
 - *Juniperus zaidamensis* f. *squarrosa* Kom., Bot. Mater. Gerb. Glavn. Bot. Sada R.S.F.S.R. 5: 29 (1924).

- *Juniperus distans* Florin, Acta Horti Gothob. 3: 6 (1927).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón amarillento con un tono rojizo el duramen, y la albura blanca o blanco amarillenta (Jiang *et al.* 2010). Olor característico (Jiang *et al.* 2010). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), de transición gradual (Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Espacios intercelulares presentes (Yu 1948; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Yu 1948; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Yu 1948; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Verrugosidades presentes (Jiang *et al.* 2010). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Yu 1948; Jiang *et al.* 2010) y tangencial (Yu 1948; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales lisas (Jiang *et al.* 2010) y también noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). **Radiales leñosos.**- Radiales leñosos homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Jiang *et al.* 2010). Paredes horizontales punteadas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010) y paredes finales noduladas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresioide (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), frecuentemente entre 1 y 3 punteaduras por campo (Yu 1948; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar hasta 6. Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Jiang *et al.* 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2004), generalmente entre 1 y 10 (Yu 1948; Jiang *et al.* 2010). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.14.52. *Juniperus virginiana* L.

Información general y distribución geográfica

Amerikaanse Magnolia, Amerikansk Rod-Ceder, Bleistift-Zeder, Blyerts-En, Cedar, Cederhoutboom, Cedre, Cedre de Virginie, Cèdre Rouge, Cedre Rouge Americain, Cedro per Matite, Cedro Rojo del Este, Cedro Rosso Americano, Cedro Vermelho, Coast Juniper, Coast Red Cedar, Eastern Red Cedar, Eastern Red Juniper, Enebro Americano, Enebro Criollo, Enebro Rojo Americano, Enebro Virginiano, Genevrier Rouge, Genevrier Rouge de l'Amerique, Ginepri d'America, Ginepro da Matite, Ginepro della Virginia, Ienuperul Virginiana, Juniper, Pencil Cedar, Pencil Juniper, Red Cedar, Red Juniper, Rod-En, Sabina de Costa, Sand Cedar, Savin, Savin Red Cedar, Southern Juniper, Southern Red Cedar, Southern Red Juniper, Tennessee Red Cedar, Virginiaanse Jeneverbes, Virginian Cedar, Virginian Pencil Cedar, Virginische Zeder, Virginische Potlood-Ceder, Virginische Sevenboom o Virginischer Wacholder. Se distribuye en norteamérica desde el sur de Quebec hasta Florida, y al oeste desde Dakota del Norte hasta Tejas, en altitudes comprendidas entre 1 y 1.000 m (Farjon 2005).

No requiere de figuras de protección, actualmente se está expandiendo por zonas agrícolas abandonadas.

Antiguamente se empleaba en la fabricación de lápices. Actualmente tiene un uso ornamental y se emplean sus aceites esenciales de manera diversa.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Juniperus virginiana* L., Sp. Pl.: 1039 (1753).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Juniperus foetida* var. *virginiana* (L.) Spach, Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 2, 16: 298 (1841).
 - *Sabina virginiana* (L.) Antoine, Cupress.-Gatt.: 61 (1857).
- ✓ ***Juniperus virginiana* var. *silicicola* (Small) A.E.Murray, Kalmia 13: 8 (1983).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Sabina silicicola* Small, J. New York Bot. Gard. 24: 5 (1923).
 - *Juniperus silicicola* (Small) L.H.Bailey, Cult. Conif. N. Amer.: 197 (1933).
 - *Juniperus virginiana* subsp. *silicicola* (Small) A.E.Murray, Kalmia 13: 8 (1983).
- ✓ ***Juniperus virginiana* var. *virginiana*.**
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Juniperus caroliniana* Mill., Gard. Dict. ed. 8: n.º 4 (1768).
 - *Juniperus arborescens* Moench, Methodus: 699 (1794).
 - *Juniperus caroliniana* Du Roi, Harbk. Baumz., ed. 2, 1: 497 (1795).
 - *Juniperus virginiana* var. *hermannii* Pers., Syn. Pl. 2: 632 (1807).
 - *Juniperus glauca* Cels ex Link, Enum. Hort. Berol. Alt. 2: 435 (1822), nom. illeg.
 - *Juniperus hermannii* (Pers.) Spreng., Syst. Veg. 3: 908 (1826).
 - *Juniperus bedfordiana* Loudon, Encycl. Trees Shrubs: 1090 (1842).
 - *Juniperus virginiana* var. *vulgaris* Endl., Syn. Conif.: 28 (1847).
 - *Juniperus fragrans* Knight, Syn. Conif. Pl.: 13 (1850).
 - *Juniperus gossainthanea* Lodd. ex Lindl. & Gordon, J. Hort. Soc. London 5: 202 (1850).
 - *Juniperus gossainthanea* C.Lawson in P.Lawson & al., Abietineae- List Pl. Fir Tribe 10: 77 (1851).
 - *Juniperus virginiana* var. *variegata* Loudon ex C.Lawson in P.Lawson & al., Abietineae- List Pl. Fir Tribe: 77 (1851).
 - *Juniperus virginiana* var. *pendula* C.Lawson in P.Lawson & al., Abietineae- List Pl. Fir Tribe: 77 (1852).
 - *Juniperus alba* Knight ex Carrière, Traité Gén. Conif.: 58 (1855).
 - *Juniperus virginiana* var. *chamberlaynii* Carrière, Traité Gén. Conif.: 46 (1855).
 - *Juniperus virginiana* var. *glauca* Carrière, Traité Gén. Conif.: 45 (1855).
 - *Sabina alba* (Knight ex Carrière) Antoine, Cupress.-Gatt.: 70 (1857).
 - *Sabina fragrans* (Knight) Antoine, Cupress.-Gatt.: 70 (1857).
 - *Sabina glauca* Antoine, Cupress.-Gatt.: 71 (1857).
 - *Sabina gossainthanea* (Lodd. ex Lindl. & Gordon) Antoine, Cupress.-Gatt.: 69 (1857).
 - *Sabina virginiana* var. *pendula* (C.Lawson) Antoine, Cupress.-Gatt.: 62 (1857).
 - *Juniperus argentea* Gordon, Pinetum: 113 (1858).

- *Juniperus virginiana* var. *pendula-viridis* Gordon, Pinetum, Suppl.: 36 (1862).
- *Juniperus chamberlaynii* Carrière in H.A.Jacques & F.Hérincq, Man. Gén. Pl. 4: 313 (1865).
- *Juniperus dioica* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 45 (1867), pro syn.
- *Juniperus schottii* de Vos, Bered. Woordenboek: 164 (1867).
- *Juniperus tripartita* de Vos, Bered. Woordenboek: 165 (1867).
- *Juniperus virginiana* var. *pyramidalis* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 47 (1867).
- *Juniperus virginiana* var. *canaertii* Sénécl., Conifères: 99 (1868).
- *Juniperus cannartii* K.Koch, Dendrologie 2(2): 140 (1873).
- *Juniperus cinerascens* K.Koch, Dendrologie 2(2): 141 (1873).
- *Juniperus virginiana* var. *elegans* J.Lee & S.Lee, Garden (London 1871-1927) 8: 77 (1875).
- *Juniperus virginiana* var. *schottii* (de Vos) Gordon, Pinetum, ed. 2: 157 (1875).
- *Juniperus virginiana* var. *freneloides* Lavallée, Énum. Arbres: 291 (1877).
- *Juniperus virginiana* var. *tripartita* (de Vos) Lavallée, Énum. Arbres: 291 (1877).
- *Juniperus venusta* Ellw. & P.Barry, Descr. Cat. Orn. Trees, ed. 25: 58 (1882).
- *Juniperus virginiana* var. *elegantissima* W.Hochst., Coniferen: 92 (1882).
- *Juniperus virginiana* var. *kosteri* Beissn. in H.Jaeger & L.Beissner, Ziergehloze Gart. Park., ed. 2: 466 (1884).
- *Juniperus virginiana* var. *plumosa-argentea* Beissn. in H.Jaeger & L.Beissner, Ziergehloze Gart. Park., ed. 2: 467 (1884).
- *Juniperus virginiana* f. *chamberlaynii* (Carrière) Beissn., Handb. Conif.: 17 (1887).
- *Juniperus virginiana* f. *pendula* (C.Lawson) Beissn., Handb. Conif.: 17 (1887).
- *Juniperus virginiana* f. *pyramidalis* (Carrière) Beissn., Handb. Conif.: 17 (1887).
- *Juniperus virginiana* f. *schottii* (de Vos) Beissn., Handb. Conif.: 17 (1887).
- *Juniperus virginiana* f. *tripartita* (de Vos) Beissn., Handb. Conif.: 17 (1887).
- *Juniperus nutans* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 125 (1891).
- *Juniperus polymorpha* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 125 (1891).
- *Juniperus smithipendula* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 125 (1891), pro syn.
- *Juniperus virginiana* f. *albospica* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 127 (1891).
- *Juniperus virginiana* f. *canaertii* (Sénécl.) Beissn., Handb. Nadelholzk.: 125 (1891).
- *Juniperus virginiana* f. *globosa* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 126 (1891).

- *Juniperus virginiana* f. *kosteriana* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 126 (1891).
- *Juniperus virginiana* f. *smithii-pendula* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 125 (1891).
- *Juniperus virginiana reptans* Beissn., Möller's Deutsche Gärt.-Zeitung 11: 296 (1896).
- *Juniperus virginiana* f. *glauca-pendula* Simon-Louis ex Beissn., Handb. Nadelholzk., ed. 2: 594 (1909).
- *Juniperus virginiana* f. *plumosa* C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 204 (1913).
- *Juniperus virginiana* var. *smithii* C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 204 (1913).
- *Juniperus virginiana* filifera D.Hill, Cat. 1924(Fall): 15 (1924).
- *Juniperus virginiana pyramidiformis-hillii* D.Hill, Hill's Evergreens 1924: 17 (1924).
- *Juniperus virginiana pendula-nana* Hillier, Cat. 38T: 194 (1928).
- *Juniperus virginiana* f. *bremerae* Standl. & J.F.Macbr., Rhodora 31: 193 (1929).
- *Juniperus virginiana* var. *crebra* Fernald & Griscom, Rhodora 37: 133 (1935).
- *Juniperus virginiana* f. *kosteri* (Beissn.) O.L.Lipa, Dendrofl. URSR 1: 167 (1939).
- *Sabina virginiana* var. *crebra* (Fernald & Griscom) Moldenke, Phytologia 2: 473 (1948).
- *Juniperus virginiana* f. *elegantissima* (W.Hochst.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 61 (1949).
- *Juniperus virginiana* f. *filifera* (D.Hill) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 62 (1949).
- *Juniperus virginiana* f. *glauca* (Carrière) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 61 (1949).
- *Juniperus virginiana* f. *hillii* Rehder, Bibl. Cult. Trees: 62 (1949).
- *Juniperus virginiana* f. *reptans* (Beissn.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 62 (1949).
- *Juniperus virginiana* f. *variegata* (Loudon ex C.Lawson) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 61 (1949).
- *Juniperus virginiana* f. *venusta* (Ellw. & P.Barry) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 62 (1949).
- *Juniperus virginiana* subsp. *crebra* (Fernald & Griscom) A.E.Murray, Kalmia 12: 21 (1982).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color rojo (Sargent 1885; Stone 1904; Record 1934; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Alden 1997; Flynn y Holder 2001; Bond 2002; Bergman *et al.* 2010), marrón rojizo (Hartig 1890; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Henderson 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Rendle 1969b; Brown 1978a; Core *et al.* 1979; Edlmann y del Monaco 1981; Lincoln 1986; Hoadley 1990; Collardet y Besset 1992; Alden 1997; Guindeo *et al.* 1997; Flynn y Holder 2001; Bond 2002; Porter 2006) o rosado (Hartig 1890; Stone 1920; Brown *et al.* 1949; Henderson 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Brown

1978a; Edlmann y del Monaco 1981; Collardet y Besset 1992; Carvalho 1996; Guindeo *et al.* 1997; Esteban *et al.* 2000; Porter 2006) con tonalidad púrpura (Record 1934; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Henderson 1957; Gottwald 1958; Panshin y Zeeuw 1964; Brown 1978a; Core *et al.* 1979; Richter 1988; Collardet y Besset 1992; Carvalho 1996; Guindeo *et al.* 1997; Esteban *et al.* 2000; Flynn y Holder 2001; IAWA Committee 2004; Porter 2006) el duramen, y la albura blanquecina (Sargent 1885; Stone 1904; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Gottwald 1958; Panshin y Zeeuw 1964; Brown 1978a; Core *et al.* 1979; Edlmann y del Monaco 1981; Collardet y Besset 1992; Alden 1997; Guindeo *et al.* 1997; Esteban *et al.* 2000; Flynn y Holder 2001; Bond 2002; Porter 2006; Bergman *et al.* 2010) o blanco amarillenta (Hartig 1890; Harrar 1957; Henderson 1957). Con albura incluida en el duramen (Record 1934; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Gottwald 1958; Panshin y Zeeuw 1964; Brown 1978a; Carvalho 1996; Alden 1997; IAWA Committee 2004). Presencia de bandas coloreadas de color marrón rojizo (Flynn y Holder 2001). Olor característico a cedro (Sargent 1885; Hartig 1890; Stone 1920; Record 1934; Brown *et al.* 1949; Henderson 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Rendle 1969b; Brown 1978a; Core *et al.* 1979; Lincoln 1986; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 1991, 2000; Collardet y Besset 1992; Anderson 1995; Guindeo *et al.* 1997; Flynn y Holder 2001; Bond 2002; Porter 2006). Sabor característico (Stone 1920; Record 1934; Brown *et al.* 1949; Guindeo *et al.* 1997; Esteban *et al.* 2000).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Moeller 1876; Hartig 1890; Penhallow 1896; Stone 1920; Brown 1928; Record 1934; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Edlmann y del Monaco 1981; Richter 1988; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), ocasionalmente poco diferenciados (Harrar 1957), de transición abrupta (Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964) o gradual (Brown 1928; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Bond 2002). Falsos anillos de crecimiento presentes (Brown 1928; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Harrar 1957; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Presencia de espacios intercelulares (Moeller 1876; Brown *et al.* 1949; Kaeiser 1951; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; IAWA Committee 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Peirce 1937; Bannan 1942; Brown *et al.* 1949; Kaeiser 1951; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937; Bannan 1942; Brown *et al.* 1949; Kaeiser 1951; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Brown *et al.* 1949; Kaeiser 1951; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Bannan 1942). Depósitos en las traqueidas longitudinales (Barefoot y Hankins 1982). Punteaduras areoladas con toro definido (Bannan 1942). Verrugosidades presentes (Butterfield y Meylan 1980; Kocon 1984). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Stone 1904; Peirce 1937; Bannan 1942) y tangencial (Penhallow 1896; Stone 1920; Brown 1928; Peirce 1937; Bannan 1942; Brown *et al.* 1949; Kaeiser 1951; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Barefoot y Hankins 1982; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Bannan 1942), irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Bannan 1942; Kaeiser 1951; Panshin y Zeeuw 1964; Barefoot y Hankins 1982; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Radiales leñosos homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913;

Peirce 1937; Bannan 1942). Paredes horizontales lisas (Carvalho 1996; Heinz 2004) y punteadas (Peirce 1937; Bannan 1942; Kaeiser 1951; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), paredes finales lisas (Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Bannan 1942; Kaeiser 1951; Panshin y Zeeuw 1964; Barefoot y Hankins 1982; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Con hendiduras (Peirce 1937; Bannan 1942; Kaeiser 1951; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Punteaduras tipo cupresoide (Peirce 1937; Brown *et al.* 1949; Kaeiser 1951; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), entre 1 y 4 punteaduras por campo (Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), frecuentemente entre 1 y 2 (Harrar 1957; Esteban *et al.* 2000, 2002). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Penhallow 1896; Peirce 1937; Carvalho 1996). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Moeller 1876; Stone 1920; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), generalmente entre 1 y 8 (Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en las especies del género *Juniperus*.

No se han obtenido muestras de *J. angosturana*, *J. coahulensis*, *J. comitana*, *J. convallium*, *J. durangensis*, *J. gamboana*, *J. jaliscana*, *J. komarovii*, *J. pingii*, *J. procumbens*, *J. saltillensis*, *J. saxicola* y *J. semiglobosa*.

RESULTADOS

Tabla 20. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Juniperus* L. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#). Las celdas resaltadas en gris corresponden con la especie de la que no se ha obtenido muestra.

<i>Características anatómicas</i>		<i>Juniperus angosturana</i>	<i>Juniperus ashei</i>	<i>Juniperus barbadensis</i>	<i>Juniperus bermudiana</i>	<i>Juniperus blancoi</i>	<i>Juniperus brevifolia</i>	<i>Juniperus californica</i>	<i>Juniperus cedrus</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)		X	X	X	X	X	X	X
	Poco o nada diferenciados (41)		-	-	X	-	-	-	-
	Transición abrupta (42)		-	-	-	-	X	-	X
	Transición gradual (43)		X	X	X	X	-	X	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)		X	X	X	X	X	X	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)		-	-	-	-	-	-	-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)		-	-	-	-	-	-	-
	Punteaduras tangenciales		(X)	X	X	X	X	(X)	X
	Espacios intercelulares (53)		X	-	(X)	-	X	X	X
	Punteaduras radiales con toro definido (56)		X	X	X	X	X	X	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)		-	-	-	-	X	X	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)		-	-	-	-	X	-	-
	Verrugosidades (60)		X	X	X	X	X	X	X
	Trabécula		-	-	-	-	-	-	-
Parénquima axial	Presente (72)		X	X	X	X	X	X	X
	Distribución difusa (73)		-	X	(X)	-	X	-	X
	Distribución tangencial (74)		X	(X)	X	-	X	X	X
	Distribución terminal (75)		X	(X)	-	X	-	X	-
	Paredes transversales lisas (76)		-	-	X	-	-	X	-
	Paredes transversales irregulares (77)		(X)	-	-	-	-	X	-
	Paredes transversales noduladas (78)		X	X	-	X	X	X	X
Composición de los radios	Traqueidas radiales ausentes (80)		X	X	X	X	X	X	X
	Paredes finales lisas (85)		-	X	(X)	-	-	-	-
	Paredes finales noduladas (86)		X	X	X	X	X	X	X
	Paredes horizontales lisas (87)		X	X	X	X	X	X	X
	Paredes horizontales punteadas (88)		-	-	-	-	-	-	-
	Hendiduras (89)		X	X	X	X	X	X	X
Punteaduras del campo de cruce	Cupresoides (93)		X	X	X	X	X	X	X
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)		X	X	-	-	X	X	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)		-	X	X	X	-	X	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura		X	-	-	X	(X)	X	(X)
	Entre 5-15 células de altura		-	X	X	(X)	X	-	X
	Entre 16-30 células de altura		-	-	(X)	-	-	-	-
	Uniseriados (107)		X	X	X	X	X	X	X

RESULTADOS

Tabla 21. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Juniperus* II. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#). Las celdas resaltadas en gris corresponden con la especie de la que no se ha obtenido muestra.

<i>Características anatómicas</i>		<i>Juniperus chinensis</i>	<i>Juniperus coahuilensis</i>	<i>Juniperus comitana</i>	<i>Juniperus communis</i>	<i>Juniperus convallium</i>	<i>Juniperus deppeana</i>	<i>Juniperus drupacea</i>	<i>Juniperus durangensis</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X			X		X	X	
	Poco o nada diferenciados (41)	-			-		-	-	
	Transición abrupta (42)	(X)			-		X	-	
	Transición gradual (43)	X			X		X	X	
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X			X		X	X	
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	-			-		-	-	
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	-			-		-	-	
	Punteaduras tangenciales	X			(X)		X	(X)	
	Espacios intercelulares (53)	(X)			X		X	X	
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X			X		X	X	
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-			-		X	-	
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-			-		-	-	
	Verrugosidades (60)	(X)			(X)		X	X	
	Trabécula	-			-		-	-	
Parénquima axial	Presente (72)	X			X		X	X	
	Distribución difusa (73)	(X)			-		(X)	-	
	Distribución tangencial (74)	X			X		X	X	
	Distribución terminal (75)	X			(X)		(X)	(X)	
	Paredes transversales lisas (76)	X			-		-	-	
	Paredes transversales irregulares (77)	-			-		(X)	(X)	
	Paredes transversales noduladas (78)	X			X		X	X	
Composición de los radios	Traqueidas radiales ausentes (80)	X			X		X	X	
	Paredes finales lisas (85)	X			-		-	X	
	Paredes finales noduladas (86)	X			X		X	X	
	Paredes horizontales lisas (87)	X			X		X	X	
	Paredes horizontales punteadas (88)	-			-		-	-	
	Hendiduras (89)	X			X		X	X	
Punteaduras del campo de cruce	Cupresoides (93)	X			X		X	X	
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	X			X		X	X	
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	(X)			-		-	-	
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	X			(X)		-	X	
	Entre 5-15 células de altura	(X)			X		X	(X)	
	Entre 16-30 células de altura	-			-		-	-	
	Uniseriados (107)	X			X		X	X	

RESULTADOS

Tabla 22. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Juniperus* III. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#). Las celdas resaltadas en gris corresponden con la especie de la que no se ha obtenido muestra.

<i>Características anatómicas</i>		<i>Juniperus excelsa</i>	<i>Juniperus flaccida</i>	<i>Juniperus foetidissima</i>	<i>Juniperus formosana</i>	<i>Juniperus gamboana</i>	<i>Juniperus gracilior</i>	<i>Juniperus horizontalis</i>	<i>Juniperus indica</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X	X	X	X		X	X	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-	-	-	-		-	-	-
	Transición abrupta (42)	X	-	-	-		-	X	-
	Transición gradual (43)	X	X	X	X		X	X	X
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X	X	X	X		X	X	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	-	(X)	-	-		-	-	-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	-	(X)	-	-		-	-	-
	Punteaduras tangenciales	X	X	(X)	X		X	X	X
	Espacios intercelulares (53)	(X)	-	X	-		-	-	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X	X	X	X		X	X	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-	-	-	-		-	-	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-	-	-	-		-	-	-
	Verrugosidades (60)	X	X	X	X		X	X	(X)
	Trabécula	X	-	-	-		-	-	-
Parénquima axial	Presente (72)	X	X	X	X		X	X	X
	Distribución difusa (73)	X	-	-	-		X	-	-
	Distribución tangencial (74)	X	X	X	X		(X)	X	X
	Distribución terminal (75)	(X)	(X)	(X)	-		(X)	(X)	(X)
	Paredes transversales lisas (76)	-	X	-	-		-	-	-
	Paredes transversales irregulares (77)	(X)	X	(X)	X		(X)	(X)	-
	Paredes transversales noduladas (78)	X	(X)	X	X		X	X	X
Composición de los radios	Traqueidas radiales ausentes (80)	X	X	X	X		X	X	X
	Paredes finales lisas (85)	(X)	(X)	-	X		(X)	-	-
	Paredes finales noduladas (86)	X	X	X	-		X	X	X
	Paredes horizontales lisas (87)	X	X	X	X		X	X	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-	-	-	-		-	-	-
	Hendiduras (89)	X	X	X	X		X	X	X
Punteaduras del campo de cruce	Cupresoides (93)	X	X	X	X		X	X	X
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	X	X	X	X		X	-	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	-	(X)	X	-		-	X	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	(X)	-	(X)	-		-	-	(X)
	Entre 5-15 células de altura	X	X	X	X		X	X	X
	Entre 16-30 células de altura	-	-	-	-		-	-	-
	Uniseriados (107)	X	X	X	X		X	X	X

RESULTADOS

Tabla 23. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Juniperus* IV. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#). Las celdas resaltadas en gris corresponden con la especie de la que no se ha obtenido muestra.

<i>Características anatómicas</i>		<i>Juniperus jaliscana</i>	<i>Juniperus komarovii</i>	<i>Juniperus monosperma</i>	<i>Juniperus monticola</i>	<i>Juniperus occidentalis</i>	<i>Juniperus osteosperma</i>	<i>Juniperus oxycedrus</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)			X	X	X	X	X
	Poco o nada diferenciados (41)			-	-	-	-	-
	Transición abrupta (42)			-	-	X	X	X
	Transición gradual (43)			X	X	X	-	X
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)			X	X	X	X	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)			-	-	(X)	-	-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)			-	-	(X)	-	-
	Punteaduras tangenciales			X	X	X	X	X
	Espacios intercelulares (53)			(X)	-	-	X	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)			X	X	X	X	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)			X	X	-	X	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)			-	-	-	-	-
	Verrugosidades (60)			X	X	(X)	X	X
	Trabécula			-	-	-	-	-
Parénquima axial	Presente (72)			X	X	X	X	X
	Distribución difusa (73)			-	-	-	-	(X)
	Distribución tangencial (74)			X	X	X	X	X
	Distribución terminal (75)			(X)	(X)	X	X	(X)
	Paredes transversales lisas (76)			-	-	-	X	X
	Paredes transversales irregulares (77)			-	-	X	(X)	(X)
	Paredes transversales noduladas (78)			X	X	X	X	-
Composición de los radios	Traqueidas radiales ausentes (80)			X	X	X	X	X
	Paredes finales lisas (85)			-	-	X	-	X
	Paredes finales noduladas (86)			X	X	X	X	(X)
	Paredes horizontales lisas (87)			X	X	X	X	X
	Paredes horizontales punteadas (88)			-	-	-	-	-
	Hendiduras (89)			X	X	X	X	X
Punteaduras del campo de cruce	Cupresoides (93)			X	X	X	X	X
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)			X	-	X	X	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)			-	X	X	-	X
Dimensiones de los radios	<4 células de altura			(X)	-	-	(X)	X
	Entre 5-15 células de altura			X	X	X	X	(X)
	Entre 16-30 células de altura			-	(X)	-	-	-
	Uniseriados (107)			X	X	X	X	X

RESULTADOS

Tabla 24. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Juniperus* V. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#). Las celdas resaltadas en gris corresponden con la especie de la que no se ha obtenido muestra.

<i>Características anatómicas</i>		<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Juniperus pinchotii</i>	<i>Juniperus pingii</i>	<i>Juniperus procera</i>	<i>Juniperus procumbens</i>	<i>Juniperus przewalskii</i>	<i>Juniperus pseudosabina</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X	X		X		X	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-	-		X		-	-
	Transición abrupta (42)	X	X		-		X	-
	Transición gradual (43)	-	X		X		-	X
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X	X		X		X	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)	-		(X)		-	-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)	-		(X)		-	-
	Punteaduras tangenciales	X	X		-		X	X
	Espacios intercelulares (53)	X	X		(X)		X	X
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X	X		X		X	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-	X		-		-	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-	-		-		-	-
	Verrugosidades (60)	X	X		(X)		X	X
	Trabécula	X	-		-		-	X
Parénquima axial	Presente (72)	(X)	X		X		(X)	X
	Distribución difusa (73)	X	-		X		-	-
	Distribución tangencial (74)	X	X		X		X	(X)
	Distribución terminal (75)	-	(X)		-		-	X
	Paredes transversales lisas (76)	-	-		X		X	X
	Paredes transversales irregulares (77)	-	(X)		-		-	-
	Paredes transversales noduladas (78)	X	X		-		X	X
Composición de los radios	Traqueidas radiales ausentes (80)	X	X		X		X	X
	Paredes finales lisas (85)	-	-		X		-	-
	Paredes finales noduladas (86)	X	X		-		X	X
	Paredes horizontales lisas (87)	X	X		X		X	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-	-		-		-	-
	Hendiduras (89)	X	X		(X)		X	X
Punteaduras del campo de cruce	Cupresoides (93)	X	X		X		X	X
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	X	X		-		X	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	-	-		X		-	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-	X		-		X	X
	Entre 5-15 células de altura	X	(X)		X		(X)	-
	Entre 16-30 células de altura	(X)	-		-		-	-
	Uniseriados (107)	X	X		X		X	X

RESULTADOS

Tabla 25. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Juniperus* VI. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#). Las celdas resaltadas en gris corresponden con la especie de la que no se ha obtenido muestra.

<i>Características anatómicas</i>		<i>Juniperus recurva</i>	<i>Juniperus rigida</i>	<i>Juniperus sabina</i>	<i>Juniperus saltillensis</i>	<i>Juniperus saltuaria</i>	<i>Juniperus saxicola</i>	<i>Juniperus scopulorum</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X	X	X		X		X
	Poco o nada diferenciados (41)	-	-	-		-		-
	Transición abrupta (42)	X	-	-		-		(X)
	Transición gradual (43)	-	X	X		X		X
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriadas (44)	X	X	X		X		X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	-	-	-		-		-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	-	-	-		-		-
	Punteaduras tangenciales	X	(X)	X		X		X
	Espacios intercelulares (53)	X	-	-		(X)		-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X	X	X		X		X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-	-	-		-		X
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-	-	-		-		-
	Verrugosidades (60)	X	(X)	X		X		X
	Trabécula	-	-	-		-		-
Parénquima axial	Presente (72)	X	(X)	X		(X)		X
	Distribución difusa (73)	-	-	-		-		-
	Distribución tangencial (74)	X	X	X		X		X
	Distribución terminal (75)	(X)	(X)	X		-		(X)
	Paredes transversales lisas (76)	-	-	-		-		-
	Paredes transversales irregulares (77)	X	X	-		-		-
	Paredes transversales noduladas (78)	X	(X)	X		X		X
Composición de los radios	Traqueidas radiales ausentes (80)	X	X	X		X		X
	Paredes finales lisas (85)	-	X	-		-		X
	Paredes finales noduladas (86)	X	-	X		X		X
	Paredes horizontales lisas (87)	X	X	X		X		X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-	-	-		-		-
	Hendiduras (89)	X	X	X		X		X
Punteaduras del campo de cruce	Cupresoides (93)	X	X	X		X		X
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	X	X	X		X		X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	-	-	-		-		-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-	(X)	-		X		-
	Entre 5-15 células de altura	X	X	X		-		X
	Entre 16-30 células de altura	-	-	-		-		-
	Uniseriados (107)	X	X	X		X		X

RESULTADOS

Tabla 26. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Juniperus* VII. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#). Las celdas resaltadas en gris corresponden con la especie de la que no se ha obtenido muestra.

<i>Características anatómicas</i>		<i>Juniperus semiglobosa</i>	<i>Juniperus squamata</i>	<i>Juniperus standleyi</i>	<i>Juniperus taxifolia</i>	<i>Juniperus thurifera</i>	<i>Juniperus tibetica</i>	<i>Juniperus virginiana</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)		X	X	X	X	X	X
	Poco o nada diferenciados (41)		-	-	-	-	-	-
	Transición abrupta (42)		X	-	-	-	-	(X)
	Transición gradual (43)		-	X	X	X	X	X
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)		X	X	X	X	X	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)		-	-	-	-	-	-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)		-	-	-	-	-	-
	Punteaduras tangenciales		(X)	X	X	(X)	X	X
	Espacios intercelulares (53)		-	-	-	X	X	X
	Punteaduras radiales con toro definido (56)		X	X	X	X	X	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)		-	X	-	-	-	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)		-	-	-	X	-	-
	Verrugosidades (60)		(X)	X	(X)	(X)	X	X
	Trabécula		-	-	-	-	-	-
Parénquima axial	Presente (72)		X	X	X	X	X	X
	Distribución difusa (73)		-	-	X	-	-	-
	Distribución tangencial (74)		X	X	X	X	X	X
	Distribución terminal (75)		X	X	-	X	-	(X)
	Paredes transversales lisas (76)		-	X	X	-	-	-
	Paredes transversales irregulares (77)		X	X	-	(X)	-	-
	Paredes transversales noduladas (78)		(X)	-	-	X	X	X
Composición de los radios	Traqueidas radiales ausentes (80)		X	X	X	X	X	X
	Paredes finales lisas (85)		-	-	X	-	-	X
	Paredes finales noduladas (86)		X	X	-	X	X	X
	Paredes horizontales lisas (87)		X	X	X	X	X	X
	Paredes horizontales punteadas (88)		-	-	-	-	-	-
	Hendiduras (89)		X	X	X	X	X	X
Punteaduras del campo de cruce	Cupresoides (93)		X	X	X	X	X	X
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)		X	-	X	X	X	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)		-	X	X	-	-	X
Dimensiones de los radios	<4 células de altura		(X)	-	(X)	-	X	-
	Entre 5-15 células de altura		X	X	X	X	(X)	X
	Entre 16-30 células de altura		-	-	-	-	-	-
	Uniseriados (107)		X	X	X	X	X	X

Anatomía comparada

Las claves de identificación existentes no son completas, al no presentar la totalidad de las especies del género, tomando como representativo del mismo en algunas ocasiones las características de *J. virginiana* (Record 1934; Core *et al.* 1979; Carvalho 1996).

Jones (1924) señala que los géneros *Cupressus*, *Thuja* y *Juniperus* son muy difíciles de distinguir microscópicamente, al componerse de varias especies cuyas características anatómicas varían entre ellas. Generalmente se consideran como características diferenciadoras de *Juniperus* frente a *Cupressus*, el color rojizo más oscuro del duramen, que la presencia generalizada de espacios intercelulares, la distribución del parénquima difusa y tangencial, y la altura de los radios no superior a las 20 células (Jacquiot 1955; Nájera *et al.* 1960; Peraza 1964; Peraza y Guindeo 1974; Fahn *et al.* 1986; Esteban y Guindeo 1988; Peraza *et al.* 1993; Akkemik y Yaman 2012).

Dentro de los géneros de Cupressaceae presentes en España, *Tetraclinis*, *Cupressus* y *Juniperus*, se han desarrollado diversas claves de identificación (Nájera *et al.* 1960; Peraza 1964; Peraza y Guindeo 1974; Schweingruber 1990). En ellas se diferencia primero *Tetraclinis*, al presentar un rango de punteaduras por campo de cruce inferior a los otros dos géneros, y marcadas verrugosidades. Entre *Cupressus* y *Juniperus*, la presencia generalizada de espacios intercelulares, así como la baja altura de los radios leñosos permite diferenciar *Juniperus*. Entre los *Juniperus* presentes en España se diferencian los enebros, de menor altura de radios y parénquima abundante, de las sabinas. Entre los enebros, *J. communis* presenta parénquima en distribución tangencial y pared trasnversal lisa, junto con paredes finales del parénquima radial lisas, frente al parénquima terminal de paredes transversales noduladas y paredes finales noduladas de *J. oxycedrus*. Las sabinas se diferencian por presentar alturas máximas de los radios cercanas a 16 células en *J. sabina*, mayor a 12 células con paredes finales y transversales del parénquima noduladas en *J. thurifera*, y menores a 12 células con paredes transversales lisas y finales noduladas en *J. phoenicea*.

Según Penhallow (1896) las especies de *Calocedrus*, *Cupressus*, *Thuja* y *Juniperus*, propios de Norteamérica, forman un grupo homogéneo, donde algunas de las características que comparten son la presencia de parénquima axial, la ausencia de canales resiníferos, y la presencia de paredes finales noduladas en el parénquima radial. Entre ellos se pueden diferenciar *Calocedrus* y *Juniperus* por la distribución tangencial del parénquima axial, siendo en *Thuja* y *Cupressus* difusa, no estando presente en todos los anillos de crecimiento.

Siendo un género muy homogéneo, diversos autores destacan que sus especies son prácticamente indiferenciables, como por ejemplo entre *J. cedrus* y *J. phoenicea* (Peraza y López 1967); *J. communis* y *J. sabina* (Schweingruber 1978); *J. recurva* y *J. excelsa* (Purkayastha 1996); *J. barbadensis*, *J. bermudiana*, *J. procera*, *J. semglobosa* y *J. virginiana*. (Lushington 1919; Howard 1920); *J. excelsa*, *J. foetidissima*, *J. oxycedrus*, *J. thurifera* y *J. phoenicea* (Schweingruber 1990); las especies presentes en Ontario (*J. communis* var. *depressa*, *J. horizontalis*, *J. virginiana*) (Bannan 1942); en Rusia (*J. communis*, *J. chinesis*, *J. excelsa*, *J. rigida*, *J. sabina*) (Benkova y Schweingruber 2004); en Israel (*J. drupacea*, *J. excelsa*, *J. oxycedrus*, *J. phoenicea*) (Fahn *et al.* 1986), India (*J. communis*, *J. excelsa*, *J. pseudosabina*, *J. recurva*) (Rushton 1915) o en la región del Himalaya (*J. indica*, *J. pseudosabina*, *J. squamata*, *J. recurva*) (Jain y Jain 1976). Aunque son microscópicamente diferenciables, diversos autores señalan el parecido macroscópico entre *J. procera* y *J. virginiana* (Cox 1939; Jacquiot 1955; Henderson 1957; Rendle 1969a, 1969b).

En comparación con el resto de especies de Cupressaceae, denominadas como Eastern Red Cedar, se encuentran *Ch. thyoides*, *J. virginiana* y *Th. occidentalis*. Hoadley (1990) diferencia la madera de *J. virginiana* por su aroma característico y microscópicamente por la presencia de falsos anillos de crecimiento, espacios intercelulares y paredes finales noduladas del parénquima radial.

Anatómicamente Phillips (1948) señala que *Fitzroya* se puede distinguir de todas las coníferas salvo de *J. lucayana*, *J. virginiana* y *Cal. decurrens*, ya que presentan como *Fitzroya* las punteaduras de campo de cruce tipo cupresoide, las paredes transversales del parénquima axial noduladas y las paredes finales noduladas en el parénquima radial. El número de punteaduras por campo de cruce y la ausencia de espacios intercelulares permiten separar *Fitzroya* de *Juniperus* (Phillips 1948), y del resto de especies por la ausencia de olor de su madera (Phillips 1948; Valley y Wycombe 1971).

La madera de *Juniperus* se caracteriza por presentar una clara diferenciación entre albura y duramen, pero existe una gran variedad de color. Según describen Core *et al.* (1979), *J. virginiana* se puede diferenciar del resto por el característico color de su duramen, rojo rosado con un tono violáceo. La mayoría presentan un olor característico que permanece incluso después de seca. En *J. virginiana*, este aroma permite diferenciarla de otras especies semejantes como *Sequoia* (Stone 1920) o *Fitzroya* (Valley y Wycombe 1971). Muy pocas especies se han descrito con sabor característico.

Anatómicamente, *Juniperus* (Tabla 20, Tabla 21, Tabla 22, Tabla 23, Tabla 24, Tabla 25 y Tabla 26) presenta anillos de crecimiento diferenciados (Figura 29 A, B, C, D), carácter propio de coníferas de las regiones templadas y boreales. Poco o nada diferenciados en *J. procera* y en *J. bermudiana* (Figura 29 E). Se han descrito como indiferenciados en *J. brevifolia* (Greguss 1972), *J. excelsa* (Greguss 1972), *J. squamata* (Kanehira 1921a) y *J. virginiana* (Harrar 1957). La transición entre la madera de primer crecimiento y final es generalmente gradual (Figura 29 A, C), también abrupta en algunas especies (Figura 29 B, D), observándose exclusivamente abrupta en *J. brevifolia*, *J. cedrus*, *J. osteosperma* (Penhallow 1907), *J. phoenicea*, *J. przewalskii*, *J. recurva* y *J. squamata*. Se ha descrito la presencia de falsos anillos de crecimiento en *J. drupacea* (Akkemik y Yaman 2012), *J. excelsa* (Adamopoulos y Koch 2011; Akkemik y Yaman 2012), *J. foetidissima* (Akkemik y Yaman 2012), *J. oxycedrus* (Heim 1971; Akkemik y Yaman 2012), *J. phoenicea* (Akkemik y Yaman 2012), *J. przewalskii* (Jiang *et al.* 2010) y *J. virginiana* (Brown 1928; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964).

Traqueidas de contorno variable, generalmente poligonal, con sus esquinas redondeadas. Aunque no se observa en todas las especies, es frecuente la presencia de espacios intercelulares (Figura 30 E, F, G), considerándose como característica del género (Kaeiser 1950, 1951, 1953a; Jacquot 1955; Lemoine 1966; Esteban *et al.* 1996). Punteaduras areoladas dispuestas de manera uniseriada en la pared radial, ocasionalmente se han observado biseriadas opuestas en *J. flaccida* (Figura 30 A), *J. occidentalis* (Peirce 1937), *J. phoenicea* (de Palacios *et al.* 2014) y *J. procera* (Peirce 1937; Chalk 1962), descritas también por Peirce (1937), Bannan (1942), Kaeiser (1951) y Jiang *et al.* (2010) en otras especies. Punteaduras en la pared tangencial de todas las especies, generalmente asociadas a la madera tardía (Figura 30 C, D). Barras de Sanio observadas en *J. barbadensis* (Figura 30 B), citadas de manera ocasional en *J. communis* (Rushton 1915; Bannan 1942), *J. excelsa* (Rushton 1915), *J. horizontalis* (Bannan 1942), *J. indica* (Suzuki y Noshiro 1988), *J. procera* (Chalk 1962), *J. pseudosabina* (Rushton 1915), *J. recurva* (Suzuki y Noshiro 1988), *J. squamata* (Suzuki y Noshiro 1988) y *J. virginiana* (Bannan 1942). Punteaduras areoladas con toro definido (Figura 30 H, I, J). Se han observado extensiones de toro (Figura 31 A, B, C, D, E, F, G, H) en *J. brevifolia*, *J. californica*, *J. deppeana*, *J. monosperma*, *J. monticola*, *J. osteosperma*, *J. pinchotii*, *J. scopulorum* y *J. standleyi*, como define (IAWA Committee 2004) para este género, y descritas específicamente en *J. brevifolia* (de Palacios *et al.* 2014). Se han observado muescas en el borde en *J. brevifolia* y *J. thurifera* (Figura 30 K). Barefoot y Hankins (1982) describen la

presencia de depósitos en las traqueidas longitudinales de *J. procera* y *J. virginiana*, carácter no observado en las muestras estudiadas. La presencia de verrugosidades (Figura 30 L, M), descrita a nivel de género (Liese 1965a; Xiaomei y Ying 1989; IAWA Committee 2004; Heady *et al.* 2008), es común a todas las especies, visibles incluso en el microscopio óptico en algunas de ellas. Según el estudio de Heady *et al.* (2008), donde establecen que el tamaño y la morfología de las verrugas puede servir para la identificación de especies de un mismo género como *Callitris*, consideran que se puede realizar un estudio semejante en *Juniperus*. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Se observa la presencia de trabécula en muchas de las especies (Figura 30 N, O).

Parénquima axial presente, de manera menos abundante en *J. phoenicea*, *J. przewalskii*, *J. rigida* y *J. saltuaria*. Distribuido generalmente de manera tangencial (Figura 29 B, E), característica del género según muchos autores (Kaeiser 1950, 1951, 1953a; Jacquot 1955; Lemoine 1966; Esteban *et al.* 1996; IAWA Committee 2004). Frecuentemente se observan en la misma especie distribuciones tangencial y terminal (Figura 29 A, C, D), o difusa y tangencial. En especies como *J. barbadensis*, *J. chinensis*, *J. deppeana*, *J. excelsa*, *J. gracilior* o *J. oxycedrus*, se observan los tres tipos de distribución. Se observa exclusivamente de manera terminal en *J. blancoi*. Paredes transversales noduladas (Figura 29 H) propias de *Juniperus* (Jacquot 1955; Lemoine 1966; Barefoot y Hankins 1982), acompañadas frecuentemente de irregulares (Figura 29 G). Paredes transversales exclusivamente lisas en *J. bermudiana*, *J. procera* (Figura 29 F) y *J. taxifolia*, acompañadas de irregulares en *J. oxycedrus* y *J. standleyi*. Aparecen los tres tipos en *J. californica*, *J. flaccida* y *J. osteosperma*. La descripción del tipo de pared por especies varía según los autores, pero generalmente se describen como noduladas.

Radiales leñosos compuestos únicamente de parénquima radial, no encontrándose traqueidas radiales como las descritas de manera ocasional para el género (Holden 1913; Belyea 1919; Jones 1924; Bannan 1934; Peirce 1937; Lemoine 1966) o de manera específica en diversas especies. Las paredes finales del parénquima radial se observan en la mayoría de especies noduladas (Figura 32 F, G, H, I, J, K, L, M), descritas de manera general para *Juniperus* (Kaeiser 1950, 1951; Jacquot 1955; ter Welle y Adams 1998; IAWA Committee 2004), aunque ocasionalmente también se han observado lisas (Figura 32 A, B, C, D, E). Algunos autores consideran como excepción en el género la presencia de paredes finales lisas en *J. procera* (Kaeiser 1950, 1951, 1953a; Jacquot 1955). Se han observado exclusivamente lisas en *J. formosana*, *J. procera*, *J. rigida* y *J. taxifolia*. Las paredes horizontales del parénquima radial son lisas. Hendiduras presentes (Figura 32 A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L) (Kaeiser 1950, 1951, 1953a; Jacquot 1955; Barefoot y Hankins 1982; IAWA Committee 2004), observadas en todas las especies aunque de manera menos marcada en *J. procera*.

Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide (Figura 32 N, O), con un rango observado entre 1 y 3 punteaduras por campo. También se ha descrito de tipo taxodioide en *J. chinensis* (Benkova y Schweingruber 2004), *J. communis* (Schweingruber 1978; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Benkova y Schweingruber 2004), *J. excelsa* (Benkova y Schweingruber 2004), *J. foetidissima* (Akkemik y Yaman 2012), *J. oxycedrus* (Benkova y Schweingruber 2004), *J. rigida* (Benkova y Schweingruber 2004) y *J. sabina* (Schweingruber 1978; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Benkova y Schweingruber 2004). Los radiales leñosos son exclusivamente uniseriados, de altura media baja entre 1 y 10 o entre 1 y 15 células. Se han citado ocasionalmente como parcialmente biseriados en muchas especies. Alturas máximas observadas próximas a 20 células en *J. bermudiana*, *J. monticola* y *J. phoenicea* (de Palacios *et al.* 2014), y rango mínimo observado, entre 1 y 6 células, en *J. ashei* (ter Welle y Adams 1998; Esteban *et al.* 2002) y *J. saltuaria*. Se han descrito alturas máximas próximas a 20 también en *J. foetidissima* (Akkemik y Yaman 2012), *J. excelsa* (Rushton 1915), *J. oxycedrus* (Akkemik y Yaman 2012) y *J. recurva* (Jiang *et al.* 2010), de 25 células en *J. procera* (Chalk 1962), e incluso hasta de 33 células en *J. communis* (Bannan 1942; Jiang *et al.* 2010).

En la clave de identificación de Peirce (1937), *Libocedrus*, *Platycladus* y *Juniperus* se diferencian por la tipología de las paredes de los radiales. Todos ellos presentan paredes horizontales punteadas,

donde *Platyclusus* y *Juniperus* también presentan marcadas hendiduras, y se diferencian en las paredes finales noduladas de *Juniperus*.

No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

Láminas género *Juniperus*

Figura 29. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Juniperus*. I. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual y parénquima axial en distribución tangencial y terminal. *J. californica*. B, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición abrupta y parénquima axial en distribución tangencial. *J. recurva*. C, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual y parénquima axial en distribución terminal. *J. horizontalis*. D, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición abrupta y parénquima axial en distribución terminal. *J. occidentalis*. E, Anillos de crecimiento poco o nada diferenciados, parénquima axial en distribución tangencial. *J. bermudiana*. F, Pared transversal del parénquima axial lisa. *J. procera*. G, Pared transversal del parénquima axial irregular. *J. flaccida*. H, Pared transversal del parénquima axial nodulada. *J. virginiana*. Escalas: A-B-C-D, 100 μm ; E, 200 μm ; F-G-H, 20 μm .

Figura 30. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Juniperus* II. A, Punteaduras radiales biseriadas. *J. flaccida*. B, Barras de Sanio. *J. barbadensis*. C-D, Punteaduras en la pared tangencial. *J. chinensis*, *J. barbadensis*. E-G, Espacios intercelulares. *J. recurva*, *J. californica*, *J. deppeana*. H-J, Toro definido. *J. barbadensis*, *J. bermudiana*, *J. procera*. K, Muecas en el borde de las punteaduras, *J. barbadensis*. L-M, Verrugosidades. *J. monticola*, *J. monosperma*. N-O, Trabécula. *J. pseudosabina*, *J. excelsa*. Escalas: A-C-E-F-N, 20 μ m; B, 15 μ m; D-K, 30 μ m; G-I-J-M, 10 μ m; O, 5 μ m.

Figura 31. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Juniperus* III. A-H, Extensiones de toro. *J. monticola*, *J. californica*, *J. deppeana*, *J. monopserma*, *J. osteosperma*, *J. pinchotii*, *J. scopulorum*, *J. standleyi*. Escalas: A-B-D-E-F-G-H, 5 μm.

Figura 32. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Juniperus* IV. A-E, Paredes horizontales y finales del parénquima radial lisas (a), hendiduras presentes (b). *J. drupacea*, *J. oxycedrus*, *J. rigida*, *J. gracilior*, *J. procera*. F-L, Paredes finales noduladas (a), hendidura presente (b). *J. monosperma*, *J. occidentalis*, *J. californica*, *J. chinensis*, *J. przewalskii*, *J. virginiana*, *J. horizontalis*. M, Pared final nodulada. *J. californica*. N-O, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide. *J. ashei*, *J. standleyi*. Escalas: A-B-E-F-H-J-K-L-M-N, 20 μ m; C-D-I, 10 μ m; G, 30 μ m; O, 15 μ m.

4.1.15.- Anatomía de la madera del género *Libocedrus* Endl. (1847).

El género *Libocedrus* Endl. se distribuye entre las islas de Nueva Zelanda y Nueva Caledonia. Consta de 5 especies (Govaerts y Farjon 2014): *L. austrocaledonicus* Brongn. & Gris, *L. bidwillii* Hook, *L. chevalieri* J. Buchholz, *L. plumosa* (D. Don) Sarg y *L. yateensis* Guillaumin.

IUCN (2014) revela la precaria situación de este género. *L. chevalieri* está catalogada como en peligro crítico (CR), *L. yateensis* en peligro (EN), y las otras tres como amenazadas (NT). Se desconoce la tendencia poblacional de dos de ellas, siendo estable en *L. bidwillii*, decreciente para *L. yateensis* y creciente para *L. plumosa*.

La taxonomía de este género no se está viendo afectada, pero algunos estudios filogenéticos proponen la inclusión del género *Pilgerodendron* dentro de *Libocedrus*.

4.1.15.1. *Libocedrus austrocaledonicus* Brongn. & Gris

Información general y distribución geográfica

Cedar o Cèdre. Endémica de Nueva Caledonia, en altitudes comprendidas entre 750 y 1.400 m (Farjon 2005).

Sus poblaciones se ven afectadas por la minería y los incendios. Susceptible a los cambios climáticos y al régimen de precipitaciones. Algunas poblaciones se encuentran dentro de reservas naturales.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Libocedrus austrocaledonicus* Brongn. & Gris, Bull. Soc. Bot. France 18: 140 (1871).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Stegocedrus austrocaledonica* (Brongn. & Gris) Doweld, Novosti Sist. Vyssh. Rast. 33: 42 (2001).

Propiedades físicas

No se han encontrado referencias que describan las propiedades físicas de esta especie.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Poco o nada diferenciados (Boutelje 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal o cuadrado (Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Boutelje 1955). No se cita la presencia de engrosamientos helicoidales o callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Esteban *et al.* 2002, 2004). Paredes transversales lisas (Boutelje 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004). **Radios leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales y finales lisas (Boutelje 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoide (Boutelje 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004), entre 1 y 2 por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 4 (Esteban *et al.* 2002). Radios casi exclusivamente uniseriados (Esteban *et al.* 2002, 2004), de altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2004), siendo los más frecuentes entre 1 y 3 células (Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.15.2. *Libocedrus bidwillii* Hook.

Información general y distribución geográfica

Cedar, Kaikawaka, Kawaka, Libocedro de Australia, Mountain Cedar, New Zeland Cedar, Pahantea, Pahautea o Paukatea. Endémica de Nueva Zelanda, se distribuye en las islas Norte y Sur, en altitudes comprendidas entre 250 y 1.200 m (Farjon 2005).

Sin conocer el área perdida por la deforestación, es difícil evaluar las amenazas que afectan a esta especie. Muchos ejemplares antiguos se encuentran protegidos.

Su madera de color rojizo no es muy valorada debido a su baja resistencia mecánica. Aun así se registran usos de esta especie para la construcción de puentes, postes y raíles.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Libocedrus bidwillii* Hook.f., Handb. N. Zeal. Fl. 1: 257 (1864).
 - No tiene sinónimos.

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono rosado (Stone 1904; Esteban *et al.* 1991), marrón rojizo (Stone 1904; Lushington 1919; Garratt 1924) o marrón oscuro (Phillips 1948) el duramen y la albura marrón grisácea (Garratt 1924). Carente de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Garratt 1924; Boutelje 1955; Patel 1968; Meylan y Butterfield 1978; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), ocasionalmente poco diferenciados (Patel 1968; Meylan y Butterfield 1978), de transición gradual (Garratt 1924). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Garratt 1924; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Garratt 1924; Patel 1968; Meylan y Butterfield 1978; Esteban *et al.* 2002, 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas (Patel 1968; Meylan y Butterfield 1978; Esteban *et al.* 2002, 2004), generalmente en la madera de primer crecimiento. La presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociada a la madera final, no es muy abundante (Patel 1968; Meylan y Butterfield 1978; Esteban *et al.* 2002, 2004). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Esteban *et al.* 2002, 2004). Se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales (Barefoot y Hankins 1982). Punteaduras areoladas con toro definido (Meylan y Butterfield 1978). Verrugosidades presentes (Meylan y Butterfield 1978). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Garratt 1924; Esteban *et al.* 2002, 2004) o tangencial (Garratt 1924; Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Phillips 1948; Boutelje 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004) y también noduladas (Patel 1968). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Phillips 1948; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004) y paredes finales lisas (Boutelje 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresioide (Phillips 1948; Boutelje 1955; Meylan y Butterfield 1978; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), del tipo taxodioide en la madera de primer crecimiento (Boutelje 1955; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 3 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 6 (Garratt 1924; Esteban *et al.* 2002). Radiales casi exclusivamente uniseriados (Esteban *et al.* 2002, 2004), ocasionalmente biseriados en parte (Meylan y Butterfield 1978). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.*

2004), generalmente entre 1 y 8 (Garratt 1924; Esteban *et al.* 2002). *Canales resiníferos*.- No se han citado. *Inclusiones minerales*.- No se han descrito.

4.1.15.3. *Libocedrus chevalieri* J. Buchholz

Información general y distribución geográfica

Cedar o Cèdre. Endémica de Nueva Caledonia, en altitudes comprendidas entre 650 y 1.620 m (Farjon 2005).

La mayor amenaza que afecta a esta especie son los incendios, aunque el cambio climático repercute en gran medida a algunas poblaciones. Dos poblaciones en el sur se encuentran dentro de reservas naturales, aunque la minería no está prohibida en la zona.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Libocedrus chevalieri* J.Buchholz, Bull. Mus. Natl. Hist. Nat., sér. 2, 21: 283 (1949).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Stegocedrus chevalieri* (J.Buchholz) Doweld, Novosti Sist. Vyssh. Rast. 33: 42 (2001).

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera.

4.1.15.4. *Libocedrus plumosa* (D.Don) Sarg.

Información general y distribución geográfica

Cedar, Hawaka, Kawaka, Libocedro de Australia, New Zeland Cedar, Pahantea o Pahukatea. Endémica de la isla Norte de Nueva Zelanda, con algunas poblaciones en el distrito de Nelson de la isla Sur, en altitudes comprendidas entre el nivel del mar y 1.600 m (Farjon 2005).

Sin conocer el área perdida por la deforestación, es difícil evaluar las amenazas que afectan a esta especie. Muchas poblaciones se encuentran protegidas.

Su madera de color rojizo no es muy valorada debido a su baja resistencia mecánica. Aun así se registran usos de esta especie en la fabricación de muebles y postes.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Libocedrus plumosa* (D.Don) Druce, Rep. Bot. Soc. Exch. Club Brit. Isles 1916: 633 (1917).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Dacrydium plumosum* D.Don in A.B.Lambert, Descr. Pinus, ed. 2(App.): 143 (1828).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Thuja doniana* Hook., London J. Bot. 1: 571 (1842).
 - *Libocedrus doniana* (Hook.) Endl., Syn. Conif.: 43 (1847).

Propiedades físicas

Madera de color rojo oscuro (Lushington 1919; Dallimore y Jackson 1923), ocasionalmente con un tono rosado el duramen y la albura más clara (Esteban *et al.* 1991). Carente de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Boutelje 1955; Patel 1968; Meylan y Butterfield 1978; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), ocasionalmente poco o nada diferenciados (Boutelje 1955; Patel 1968; Meylan y Butterfield 1978). Falsos anillos de crecimiento presentes (Patel 1968). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Patel 1968; Meylan y Butterfield 1978; Esteban *et al.* 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000), ocasionalmente biseriadas en la madera de primer crecimiento (Patel 1968; Meylan y Butterfield 1978). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Patel 1968; Meylan y Butterfield 1978). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Meylan y Butterfield 1978; Gadek *et al.* 2000). Verrugosidades presentes (Meylan y Butterfield 1978). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Esteban *et al.* 2002, 2004) o tangencial (Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Boutelje 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), de forma esporádica irregulares (Patel 1968; Gadek *et al.* 2000). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), ocasionalmente punteadas (Patel 1968) y paredes finales lisas (Boutelje 1955; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Punteaduras tipo cupresioide (Boutelje 1955; Patel 1968; Meylan y Butterfield 1978; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), ocasionalmente taxodioide en la madera de primer crecimiento (Boutelje 1955; Patel 1968; Heinz 2004), entre 1 y 4 punteaduras por campo (Patel 1968; Esteban *et al.* 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 6 (Patel 1968; Esteban *et al.* 2002). Radiales casi exclusivamente uniseriados (Patel 1968; Esteban *et al.* 2002, 2004), ocasionalmente se presentan parcialmente biseriados (Patel 1968). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Patel 1968; Esteban *et al.* 2004), aunque también se han descrito con un rango inferior, entre 1 y 8 células (Patel 1968; Esteban *et al.* 2002). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.15.5. *Libocedrus yateensis* Guillaumin

Información general y distribución geográfica

Cedar o Cèdre. Endémica de Nueva Caledonia, en altitudes comprendidas entre 150 y 600 m (Farjon 2005).

La mayor amenaza que afecta a esta especie son los incendios. Algunas poblaciones se encuentran protegidas, aunque al estar próximas a núcleos turísticos el riesgo de incendio aumenta.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Libocedrus yateensis* Guillaumin, Bull. Mus. Natl. Hist. Nat., sér. 2, 21: 457 (1949).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Stegocedrus yateensis* (Guillaumin) Doweld, Novosti Sist. Vyssh. Rast. 33: 42 (2001).

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas de su madera. Anatómicamente se describe con de anillos de crecimiento diferenciados (Boutelje 1955), punteaduras areoladas en la pared radial dispuestas de manera uniseriada (Gadek *et al.* 2000) y con toro definido (Boutelje 1955; Gadek *et al.* 2000), paredes transversales del parénquima lisas (Boutelje 1955; Gadek *et al.*

2000), paredes finales de los radios lisas (Boutelje 1955; Gadek *et al.* 2000) y punteaduras de los campos de cruce tipo cupresoide (Boutelje 1955).

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en las especies del género *Libocedrus*. No se han obtenido muestras de *L. austrocaledonicus* y de *L. yateensis*.

RESULTADOS

Tabla 27. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Libocedrus*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#). Las celdas resaltadas en gris corresponden con la especie de la que no se ha obtenido muestra.

<i>Características anatómicas</i>		<i>Libocedrus austrocaledonicus</i>	<i>Libocedrus bidwillii</i>	<i>Libocedrus chevalieri</i>	<i>Libocedrus plumosa</i>	<i>Libocedrus yateensis</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)		X	X	X	
	Poco o nada diferenciados (41)		-	-	-	
	Transición abrupta (42)		-	-	-	
	Transición gradual (43)		X	X	X	
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas		-	-	-	
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)		X	X	X	
	Punteaduras radiales biseriadas (45)		X	(X)	(X)	
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)		X	(X)	(X)	
	Punteaduras biseriadas alternas (47)		-	-	-	
	Punteaduras tangenciales		(X)	(X)	-	
	Depósitos (48)		-	-	-	
	Espacios intercelulares (53)		-	-	-	
	Punteaduras radiales con toro definido (56)		X	X	X	
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)		-	-	-	
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)		-	-	-	
	Verrugosidades (60)		-	-	-	
	Engrosamientos helicoidales (61)		-	-	-	
	Engrosamientos callitroides (71)		-	-	-	
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio		-	-	-	
	Trabécula		X	-	X	
Parénquima axial	Presente (72)		X	X	X	
	Distribución difusa (73)		X	X	X	
	Distribución tangencial (74)		X	X	X	
	Distribución terminal (75)		X	-	X	
	Paredes transversales lisas (76)		X	X	X	
	Paredes transversales irregulares (77)		-	-	-	
	Paredes transversales noduladas (78)		-	-	-	
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)		-	-	-	
	Traqueidas radiales ausentes (80)		X	X	X	
	Paredes finales lisas (85)		X	X	X	
	Paredes finales noduladas (86)		-	-	-	
	Paredes horizontales lisas (87)		X	X	X	
	Paredes horizontales punteadas (88)		-	-	-	
	Hendiduras (89)		-	-	-	
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)		-	-	-	
	Cupresoides (93)		X	X	X	
	Taxodioides (94)		-	-	-	
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)		-	-	-	
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)		X	(X)	X	
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)		(X)	X	(X)	
Dimensiones de los radios	<4 células de altura		-	X	-	
	Entre 5-15 células de altura		X	(X)	X	
	Entre 16-30 células de altura		-	-	-	
	>30 células de altura		-	-	-	
	Uniseriados (107)		X	X	X	
	Parcialmente biseriados (108)		-	-	-	
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)		-	-	-	
Inclusiones minerales	Presentes (118)		-	-	-	

Anatomía comparada

Las claves de identificación existentes no son completas, al no presentar la totalidad de las especies del género, o al incluir *Calocedrus*, *Papuacedrus* o *Pilgerodendron* que pertenecían antiguamente a este género (Peirce 1937; Jacquot 1955; Peraza 1964; Peraza *et al.* 1993). Según el estudio realizado por Peirce (1937), las maderas de *Diselma*, *Fitzroya* y *Libocedrus* pueden diferenciarse mediante la altura de los radios leñosos, por debajo de 12 células de altura en *Diselma*, que además presenta punteaduras radiales exclusivamente uniseriadas, frente a las 20-24 células de altura de los otros dos géneros y la presencia ocasional de punteaduras biseriadas. Entre *Libocedrus* y *Fitzroya* destaca la gran cantidad de resina en los radios de *Libocedrus* (Peirce 1937).

De forma genérica puede considerarse con albura y duramen diferenciados, de color marrón rosado o rojizo el duramen y un color más claro la albura. Carente de olor y sabor característicos.

Anatómicamente, *Libocedrus* (Tabla 27) presenta anillos de crecimiento diferenciados de transición gradual (Figura 33 A, B), descritos como poco o nada diferenciados para *L. austrocaledonicus* (Boutelje 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004), también de manera ocasional en *L. bidwillii* (Patel 1968; Meylan y Butterfield 1978) y *L. plumosa* (Boutelje 1955; Patel 1968; Meylan y Butterfield 1978).

Traqueidas de contorno poligonal, ocasionalmente descritos con las esquinas redondeadas dando lugar a espacios intercelulares (Boutelje 1955). Punteaduras areoladas dispuestas de manera uniseriada y ocasionalmente biseriadas opuestas (Figura 33 D) en la pared radial de *L. chevalieri* y *L. plumosa*, generalmente biseriadas opuestas en *L. bidwillii*. No se han observado punteaduras en la pared tangencial salvo de manera ocasional en *L. bidwillii* y *L. chevalieri* (Figura 33 E, F), como se describe para el resto de las especies (Patel 1968; Meylan y Butterfield 1978). La presencia de barras de Sanio es un carácter esporádico que no siempre se observa (Boutelje 1955). Punteaduras areoladas con toro definido (Figura 33 G). Se cita la presencia de depósitos en las traqueidas de *L. bidwillii* (Barefoot y Hankins 1982), carácter no observado en las muestras estudiadas. No se observan verrugosidades como las citadas por Liese (1965a) o Meylan y Butterfield (1978) para este género. Sin engrosamientos helicoidales ni callitrioides. Trabécula presente en *L. bidwillii* (Figura 33 H).

Parénquima axial presente, distribuido de manera difusa (Figura 33 A), tangencial y también es terminal (Figura 33 B) en *L. bidwillii* y *L. plumosa*. Pared transversal exclusivamente lisa (Figura 33 C), no se han observado noduladas ni irregulares como las descritas para *L. bidwillii* (Patel 1968) y *L. plumosa* (Patel 1968; Gadek *et al.* 2000) respectivamente.

Radiales leñosos compuestos únicamente de parénquima radial. Se han descrito traqueidas ocasionales para este género (Jones 1924; Bannan 1934). Paredes horizontales y finales lisas (Figura 33 I) al igual que cita la bibliografía. No se han observados paredes horizontales punteadas de manera ocasional como las descritas por Patel (1968) para *L. plumosa*. Sin hendiduras. Las punteaduras son tipo cupresoide (Figura 33 J), con un rango observado entre 1 y 3 punteaduras, con máximos entre 3 y 5 por campo. Radiales leñosos exclusivamente uniseriados, de altura media, entre 5 y 15 células para *L. bidwillii* y *L. plumosa*, y entre 1 y 8 células para *L. chevalieri*. Bannan (1950) describe la presencia de radios anormales como los citados en *Thuja*, *Juniperus* y *Chamaecyparis*, caracterizados por presentar una mayor altura y distinta disposición de las células que los componen.

No existen características cualitativas que permitan diferenciar las especies de *Libocedrus* entre sí. Boutelje (1955) señala que se pueden diferenciar las especies de Nueva Zelanda de las de Nueva Caledonia. En su estudio señala que las especies de Nueva Caledonia presentan un toro más definido y punteaduras en la pared tangencial generalmente en la madera tardía, mientras que

las especies de Nueva Zelanda presentan punteaduras tipo taxodioide en la madera de primer crecimiento y una altura de los radios mucho mayor. En el estudio de [Esteban *et al.* \(2004\)](#) se diferencian las maderas de Nueva Zelanda por presentar anillos de crecimiento diferenciados y un mayor número de punteaduras por campo de cruce. No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

De acuerdo con [Boutelje \(1955\)](#) en la Tabla 1 se observa una posible diferenciación teniendo en cuenta la menor altura de los radios leñosos de *L. chevalieri* (Nueva Caledonia), con un número mayor de punteaduras por campo de cruce, frente al resto (Nueva Zelanda).

[Phillips \(1948\)](#) señala que la madera de *L. bidwillii* se diferencia del resto de coníferas salvo de *Chamaeycaris thoides* por la presencia de abundante parénquima, las punteaduras tipo cupresoide, paredes transversales del parénquima axial lisas y paredes de los radios lisas.

Láminas género *Libocedrus*

Figura 33. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Libocedrus*. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual y parénquima axial en distribución difusa. *L. bidwillii*. B, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual y parénquima axial en distribución terminal. *L. plumosa*. C, Pared transversal del parénquima axial lisa. *L. plumosa*. D, Punteaduras radiales biseriadas. *L. bidwillii*. E-F, Punteaduras en la pared tangencial. *L. bidwillii*, *L. chevalieri*. G, Toro definido. *L. bidwillii*. H, Trabécula. *L. plumosa*. I, Paredes horizontales y finales del parénquima radial lisas. *L. chevalieri*. J, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoides. *L. chevalieri*. Escalas: A, 200 μm ; B, 100 μm ; C-E, 30 μm ; D, 50 μm ; F-J, 10 μm ; G, 5 μm ; H-I, 25 μm .

4.1.16.- Anatomía de la madera del género *Metasequoia* Hu & W. C. Cheng (1948).

4.1.16.1. *Metasequoia glyptostroboides* Hu & W. C. Cheng

Información general y distribución geográfica

Dawn Redwood, Secuoya China, Secuoya del Alba, Secuoya de Hojas Caedizas o Shui Shan. Se denomina fósil viviente, ya que se dató primero como fósil en 1941 y en 1943 se descubrieron los primeros ejemplares vivos. Se distribuye en China, en las provincias de Sichuan, Hubei y Hunan, en altitudes comprendidas entre 750 y 1.500 m, siendo más común entre 1.000 y 1.300 m (Farjon 2005).

Catalogada por IUCN (2014) como EN (en peligro) y de tendencia poblacional decreciente. La mayor amenaza que afecta a este género es la fragmentación de sus poblaciones y la reducción de sus masas por cultivos agrarios. Los árboles más grandes han sido declarados como protegidos, pero no su hábitat, por lo que la supervivencia de esta especie en su hábitat natural no está garantizada.

Actualmente está prohibido el uso de esta madera. Se ha empleado en la construcción de edificios, barcos, decoración y mobiliario, en la agricultura, embalaje y para la fabricación de papel. Al igual que en *Glyptostrobus*, las raíces poseen una gran flotabilidad por lo que se emplea también en la fabricación de boyas, corchos de botellas, etc. A menudo es plantada en lugares húmedos para el control de la erosión por viento.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Metasequoia glyptostroboides* Hu & W.C.Cheng, Bull. Fan Mem. Inst. Biol., n.s., 1: 154 (1948).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Sequoia glyptostroboides* (Hu & W.C.Cheng) Weide, Feddes Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 66: 185 (1962).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Metasequoia glyptostroboides* var. *caespitosa* Y.H.Long & Y.Wu, Bull. Bot. Res., Harbin 4(1): 149 (1984).
 - *Metasequoia honshuenensis* Silba & Callahan, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 7: 2 (2000).
 - *Metasequoia neopangaea* Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 9: 9 (2002).
 - *Metasequoia glyptostroboides* subsp. *caespitosa* (Y.H.Long & Y.Wu) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 17: 25 (2010).
 - *Metasequoia glyptostroboides* subsp. *neopangaea* (Silba) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 17: 25 (2010).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono marrón entre anaranjado (Li 1948; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003), rojizo (Polman *et al.* 1999; Ahuja 2009; Jiang *et al.* 2010) y marrón oscuro (Polman *et al.* 1999; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Fang y Wu 2010) para el duramen, y la albura de color blanco amarillento (Li 1948; Polman *et al.* 1999; Fang y Wu 2010;

Jiang *et al.* 2010). Olor característico (Gerry 1950; Jiang *et al.* 2010), aunque algunos autores la consideran inodora (Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Li 1948; Gerry 1950; Greguss 1955; Hejnowicz 1973; Esteban *et al.* 2002, 2004; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), de transición gradual (Li 1948; Fang y Wu 2010) o abrupta (Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Presencia de falsos anillos de crecimiento (Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), ocasionalmente redondeado (Greguss 1955) dando lugar a espacios intercelulares (Fang y Wu 2010). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada, (Li 1948; Greguss 1955; Hejnowicz 1973; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2002, 2004; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Li 1948; Greguss 1955; Hejnowicz 1973; Esteban *et al.* 2002, 2004; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Greguss 1955; Hejnowicz 1973; Esteban *et al.* 2002, 2004; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003). Alrededor de las punteaduras biseriadas se encuentran barras de Sanio (Greguss 1955; Hejnowicz 1973; Esteban *et al.* 2002, 2004; Fang y Wu 2010). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Bauch *et al.* 1972; Hejnowicz 1973; Dute *et al.* 2008; Gadek *et al.* 2000). Verrugosidades muy finas (Xiaomei y Ying 1989; Liese 1965a). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Presencia de trabécula (Greguss 1955; Hejnowicz 1973; Esteban *et al.* 2002, 2004). **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Hejnowicz 1973; Esteban *et al.* 2002, 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010), tangencial (Li 1948; Heinz 2004; Fang y Wu 2010) y terminal (Fang y Wu 2010). Paredes transversales lisas (Greguss 1955; Barefoot y Hankins 1982; Esteban *et al.* 2002, 2004; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), irregulares (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004) y noduladas (Hejnowicz 1973; Gadek *et al.* 2000; Lee 2000; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Fang y Wu 2010). **Radios leñosos.-** Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) y también punteadas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), paredes finales lisas (Greguss 1955; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Presencia de hendiduras (Greguss 1955; Lee 2000; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoide (Lee 2000; Hejnowicz 1973; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003) y taxodioide (Greguss 1955; Hejnowicz 1973; Lee 2000; Esteban *et al.* 2002, 2004; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Heinz 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010), entre 1 y 4 por campo (Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; IAWA Committee 2004; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010), generalmente entre 1 y 2 (Li 1948; Greguss 1955; Hejnowicz 1973; Esteban *et al.* 2002, 2004). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Li 1948; Greguss 1955; Hejnowicz 1973; Esteban *et al.* 2002, 2004; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Fang y Wu 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Li 1948; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Fang y Wu 2010), llegando hasta 20 (Esteban *et al.* 2002, 2004), con un máximo citado de 38 (Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003) y 42 células (Jiang *et al.* 2010). **Canales resiníferos.-** Traumáticos (Fang y Wu 2010). **Inclusiones minerales.-** No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Metasequoia glyptostroboides*.

Tabla 28. Caracteres anatómicos observados en *Metasequoia glyptostroboides*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Metasequoia glyptostroboides</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-
	Transición abrupta (42)	-
	Transición gradual (43)	X
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	X
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-
	Verrugosidades (60)	(X)
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	X
	Trabécula	X
Parénquima axial	Presente (72)	X
	Distribución difusa (73)	X
	Distribución tangencial (74)	-
	Distribución terminal (75)	-
	Paredes transversales lisas (76)	X
	Paredes transversales irregulares (77)	X
	Paredes transversales noduladas (78)	-
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	X
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	X
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-
	Entre 5-15 células de altura	X
	Entre 16-30 células de altura	(X)
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

Debido al reciente registro de esta especie y a su restringida ubicación, no se encuentran claves de identificación que tengan en cuenta a *Metasequoia*. Como estudio específico de las coníferas en la provincia de Hunan (China) Fang y Wu (2010) relacionan *Metasequoia* con *Fokienia*, diferenciándolas por el color rojizo y la presencia de canales traumáticos de *Metasequoia*.

De forma genérica puede considerarse la madera de *Metasequoia* con una albura y duramen diferenciados, de color variable entre marrón anaranjado o rojizo hasta marrón oscuro para el duramen, y una albura blanco amarillenta. Cuando se presenta un duramen de color rojizo se describe por Ahuja (2009) como “redwoods”, en las que incluye *Cryptomeria japonica*, *Cu. lanceolata*, *Fitzroya cupressoides*, *Sequoia sempervirens* (D.Don) Endl., *Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J.Buchholz y *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Masters. Caracterizada por presentar un olor característico (Gerry 1950; Jiang *et al.* 2010), algunos autores la diferencian de *Glyptostrobus* por ser inodora (Visscher 2002, Visscher y Jagels 2003). Sin sabor característico.

Anatómicamente, *Metasequoia* (Tabla 28) presenta anillos de crecimiento diferenciados, con una transición entre la madera de primer crecimiento y madera final gradual (Figura 34 A), ocasionalmente descrita como abrupta (Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010).

Traqueidas de contorno poligonal. Punteaduras areoladas dispuestas de manera uniseriada y ocasionalmente biseriadas opuestas en la madera de primer crecimiento, como diversos autores señalan (Li 1948; Greguss 1955; Hejnowicz 1973; Esteban *et al.* 2002, 2004; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Fang y Wu 2010; Jiang *et al.* 2010). Esporádicamente aparecen multiseriadas (Figura 34 E). Se han observado punteaduras en la pared tangencial (Figura 34 C), asociadas generalmente a la madera tardía (Greguss 1955; Hejnowicz 1973; Esteban *et al.* 2002, 2004; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003). Barras de Sanio visibles generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Greguss 1955; Hejnowicz 1973; Esteban *et al.* 2002, 2004; Fang y Wu 2010). Punteaduras areoladas con toro definido. Finas verrugosidades presentes (Figura 34 D) (Xiaomei y Ying 1989; Liese 1965a). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Figura 34 F).

Parénquima axial presente. Distribuido generalmente de manera difusa (Figura 34 A), no se han observado las distribuciones tangencial (Li 1948; Heinz 2004; Fang y Wu 2010) y terminal (Fang y Wu 2010) descritas por otros autores. Paredes transversales lisas e irregulares (Figura 34 B), sin observar nodulaciones marcadas como señalan diversos autores (Hejnowicz 1973; Gadek *et al.* 2000; Lee 2000; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Fang y Wu 2010). Visscher (2002) y Visscher y Jagels (2003) diferencian las maderas de *Metasequoia* y *Glyptostrobus* fundamentalmente por el parénquima axial, de distribución difusa y paredes transversales generalmente lisas en *Metasequoia*, frente a la distribución tangencial y paredes transversales noduladas de *Glyptostrobus*.

Radiales leñosos compuestos únicamente de parénquima radial. Paredes horizontales y finales lisas (Figura 34 Ga). Hendiduras presentes (Figura 34 Gb).

Punteaduras tipo cupresioide y también taxodioide (Figura 34 H), como describen varios autores (Lee 2000; Hejnowicz 1973; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003), con un rango observado comprendido entre 1 y 3 punteaduras por campo. Dentro de la antigua familia Taxodiaceae, Peirce (1936) considera como elemento diferenciador el número de punteaduras por campo de cruce.

Radiales leñosos exclusivamente uniseriados, aunque se han citado ocasionalmente parcialmente biseriados (Li 1948; Greguss 1955; Hejnowicz 1973; Esteban *et al.* 2002, 2004; Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Fang y Wu 2010), de altura media alta entre 5 y 20 células, sin observar

los máximos de 38 (Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003) y 42 (Jiang *et al.* 2010) células citados. No se observan canales resiníferos fisiológicos ni traumáticos como los descritos por Fang y Wu (2010), ni la presencia de inclusiones minerales.

Láminas género *Metasequoia*

Figura 34. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Metasequoia*. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual y parénquima en distribución dispersa. B, Pared transversal del parénquima axial irregular. C, Punteaduras areoladas en la pared tangencial de las traqueidas. D, Verrugosidades. E, Punteaduras bi- y triseriadas. F, Trabécula. G, Paredes finales lisas (a), hendidura presente (b). H, Punteaduras del campo de cruce tipo taxodiode. Escalas: A, 300 μm ; B-C-E-F, 50 μm ; D, 10 μm ; G-H, 25 μm .

4.1.17.- Anatomía de la madera del género *Microbiota* Kom. (1923).

4.1.17.1. *Microbiota decussata* Komarov

Información general y distribución geográfica

Russian Arborvitae, Russian Carpet Cypress, Siberian Carpet Cypress o Siberian Cypress. Se distribuye en el este de la Rusia asiática, en altitudes comprendidas entre 800 y 1.200 m (Farjon 2005).

Catalogada por IUCN (2014) como LC (sin amenazas) y de tendencia poblacional estable. No se citan amenazas directas que afecten a este género. Sus poblaciones no se encuentran dentro de áreas protegidas.

Empleada en jardinería.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Microbiota decussata* Kom., Bot. Mater. Gerb. Glavn. Bot. Sada R.S.F.S.R. 4: 180 (1923).
 - No tiene sinónimos

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados (Benkova y Schweingruber 2004), se describe el color de su madera como blanco amarillento o pardo pálido (Esteban *et al.* 1996). Carente de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004), de transición gradual (Benkova y Schweingruber 2004). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1955; Gaussen 1968; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen exclusivamente de manera uniseriada (Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Benkova y Schweingruber 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Gadek *et al.* 2000). Engrosamientos helicoidales presentes (Benkova y Schweingruber 2004). Sin engrosamientos callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Greguss 1955; Benkova y Schweingruber 2004), tangencial (Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004) y terminal (Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). Paredes transversales lisas (Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004), irregulares (Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004) y noduladas (Gadek *et al.* 2000). **Radios leñosos.-** Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha citado la presencia esporádica de traqueidas radiales (Benkova y Schweingruber 2004). Paredes horizontales lisas (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004), paredes finales lisas (Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004) y noduladas (Greguss 1955; Gadek *et al.* 2000). Con hendiduras (Benkova y Schweingruber 2004). Punteaduras tipo cupresoide (Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004) y taxodioide (Benkova y Schweingruber 2004), entre 1 y 4 punteaduras por campo (Greguss 1955), frecuentemente entre 1 y 2 (Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). Radios exclusivamente uniseriados

(Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Benkova y Schweingruber 2004). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2004), generalmente entre 1 y 8 (Esteban *et al.* 1996, 2002; Benkova y Schweingruber 2004). **Canales resiníferos.**- Presentes (Benkova y Schweingruber 2004). **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Microbiota decussata*.

Tabla 29. Caracteres anatómicos observados en *Microbiota decussata*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Microbiota decussata</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-
	Transición abrupta (42)	-
	Transición gradual (43)	X
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	-
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	X
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-
	Verrugosidades (60)	X
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-
	Trabécula	-
Parénquima axial	Presente (72)	X
	Distribución difusa (73)	-
	Distribución tangencial (74)	X
	Distribución terminal (75)	(X)
	Paredes transversales lisas (76)	X
	Paredes transversales irregulares (77)	(X)
	Paredes transversales noduladas (78)	-
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	-
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	(X)
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	X
	Entre 5-15 células de altura	-
	Entre 16-30 células de altura	-
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

Son escasas las claves de identificación que incorporan esta especie. Madera de color blanco amarillento. Sin olor ni sabor característicos.

Anatómicamente, *Microbiota* (Tabla 29) presenta anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual (Figura 35 A) como describen otros autores.

Traqueidas de contorno poligonal. Punteaduras areoladas radiales exclusivamente uniseriadas, presentes también en la pared tangencial (Figura 35 C), asociadas a la madera tardía (Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). Punteaduras areoladas con toro definido. Verrugosidades presentes (Figura 35 D), carácter no descrito anteriormente para esta especie. No se observan engrosamientos helicoidales como los descritos por Benkova y Schweingruber (2004). Sin engrosamientos callitroides.

Parénquima axial abundante, de distribución tangencial (Figura 35 A) y ocasionalmente terminal, aunque bibliográficamente se describen los tres tipos. Paredes transversales lisas (Figura 35 B), ocasionalmente también irregulares como citan otros autores (Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). No se han observado paredes transversales noduladas como las descritas por Gadek *et al.* (2000).

Radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial, aunque Benkova y Schweingruber (2004) describen la presencia ocasional de traqueidas radiales. Las paredes horizontales y finales son lisas (Figura 35 F). No se observan las paredes finales noduladas descritas por Greguss (1955) y Gadek *et al.* (2000), ni las hendiduras citadas por Benkova y Schweingruber (2004). Punteaduras tipo cupresoides (Figura 35 E), siendo el número más frecuente entre 1 y 4 por campo. Radios leñosos uniseriados de baja altura, entre 1 y 6 células, rango semejante al citado por varios autores (Esteban *et al.* 1996, 2002; Benkova y Schweingruber 2004). Según Greguss (1955) la estructura de los radios de *Microbiota* es semejante a la observada en *Th. occidentalis*, *Thujopsis* y *Platycladus*, diferenciándose *Microbiota* por la ausencia de hendiduras.

No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales, aunque Benkova y Schweingruber (2004) citan la presencia de canales resiníferos fisiológicos.

Láminas género *Microbiota*

Figura 35. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Microbiota*. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual y parénquima en distribución tangencial. B, Pared transversal del parénquima axial lisa. C, Punteaduras areoladas en la pared tangencial de las traqueidas. D, Verrugosidades. E, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresóide. F, Paredes horizontales y finales del parénquima radial lisas. Escalas: A, 200 µm; B-F, 20 µm; C-E, 10 µm; D, 5 µm.

4.1.18.- Anatomía de la madera del género *Neocallitropsis* Florin (1944).

4.1.18.1. *Neocallitropsis pancheri* (Carrière) de Laub.

Información general y distribución geográfica

Endémica de Nueva Caledonia, se distribuye en altitudes comprendidas entre 30 y 950 m, aunque se han encontrado masas a 1.140 m de altitud (Farjon 2005).

Catalogada por IUCN (2014) como EN (en peligro) y de tendencia poblacional decreciente. El aumento de la frecuencia de incendios es una de las mayores amenazas que posee actualmente. Sus masas se han visto reducidas por el uso de su madera y resina.

No se conocen usos específicos de esta madera.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Neocallitropsis pancheri* (Carrière) de Laub., Fl. Nouv.-Caléd. 4: 161 (1972).
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Eutacta pancheri* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 615 (1867).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Callitropsis araucarioides* Compton, J. Linn. Soc., Bot. 45: 432 (1922).
 - *Neocallitropsis araucarioides* (Compton) Florin, Palaeontographica, Abt. B, Paläophytol. 85: 590 (1944).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color pardo acaramelado el duramen y la albura blanco amarillenta (Esteban *et al.* 1996). También descrita de manera general como gris amarillenta (Phillips 1948). Madera olorosa (Phillips 1948), sin sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Poco o nada diferenciados (Phillips 1948; Greguss 1955; Gausson 1968; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004), ocasionalmente diferenciados (Greguss 1955; Heinz 2004), de transición gradual (Greguss 1955). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004), también redondeado dando lugar a espacios intercelulares (Peirce 1937; Phillips 1948; Greguss 1955). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Peirce 1937; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004), aunque se citan biseriadas de manera ocasional (Peirce 1937; Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004). Presencia ocasional de punteaduras en la pared tangencial (Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas radiales. Punteaduras areoladas con toro definido (Greguss 1955; Gadek *et al.* 2000). Liese (1965a) cita la presencia de verrugosidades. Sin engrosamientos helicoidales. Engrosamientos callitroides presentes (Heinz 2004). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Peirce 1937; Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004). Paredes transversales exclusivamente lisas (Peirce 1937; Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004). **Radiales leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha citado la presencia de traqueidas radiales (Peirce 1937; Phillips 1948). Paredes horizontales

lisas (Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004), ocasionalmente punteadas (Peirce 1937; Phillips 1948), siendo las paredes finales lisas (Peirce 1937; Phillips 1948; Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresioide, frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 6 punteaduras por campo (Phillips 1948; Esteban *et al.* 1996, 2002). Radios casi exclusivamente uniseriados, salvo en algunos casos donde se citan parcialmente biseriados (Peirce 1937; Phillips 1948; Greguss 1955). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004), siendo más común entre 1 y 6 (Esteban *et al.* 1996, 2002), aunque también se han descrito hasta 24 células (Peirce 1937; Phillips 1948). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Neocallitropsis pancheri*.

Tabla 30. Caracteres anatómicos observados en *Neocallitropsis pancheri*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Neocallitropsis pancheri</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	-
	Poco o nada diferenciados (41)	X
	Transición abrupta (42)	-
	Transición gradual (43)	-
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	X
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-
	Verrugosidades (60)	-
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	X
	Trabécula	X
Parénquima axial	Presente (72)	-
	Distribución difusa (73)	-
	Distribución tangencial (74)	-
	Distribución terminal (75)	-
	Paredes transversales lisas (76)	-
	Paredes transversales irregulares (77)	-
	Paredes transversales noduladas (78)	-
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	-
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	-
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	X
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-
	Entre 5-15 células de altura	X
	Entre 16-30 células de altura	-
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

Debido a sus características anatómicas, es fácilmente confundible con *C. lusitanica* según [Phillips \(1948\)](#), con la que se diferencia por poseer un duramen marrón rojizo y sin olor característico frente al color amarillento de *Neocallitropsis*. [Peirce \(1937\)](#) la compara con *Callitris* y *Tetraclinis*, diferenciándose por la mayor altura de los radios leñosos de *Neocallitropsis*.

Albura y duramen diferenciados, de color pardo acaramelado el duramen y la albura blanco amarillenta. Presenta olor característico. Sin sabor característico.

Anatómicamente, *Neocallitropsis* (Tabla 30) presenta anillos de crecimiento poco o nada diferenciados (Figura 36 A).

Traqueidas de contorno poligonal con los vértices redondeados, ocasionalmente descrita con espacios intercelulares ([Peirce 1937](#); [Phillips 1948](#); [Greguss 1955](#)). Las traqueidas axiales presentan punteaduras areoladas uniseriadas, ocasionalmente biseriadas opuestas (Figura 36 B). Se observan punteaduras en la pared tangencial (Figura 36 C) coincidiendo con las descripciones de otros autores ([Esteban et al. 1996, 2002, 2004](#)). Barras de Sanio presentes (Figura 36 B) ([Greguss 1955](#); [Esteban et al. 1996, 2002, 2004](#)). Punteaduras areoladas con toro definido. No se observan verrugosidades como las descritas por [Liese \(1965a\)](#). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. No se observa parénquima axial en las muestras estudiadas. Trabécula presente.

Radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial, aunque [Peirce \(1937\)](#) y [Phillips \(1948\)](#) citan la presencia ocasional de traqueidas radiales. Paredes finales y horizontales lisas (Figura 36 D). Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide (Figura 36 E), entre 3 y 5 punteaduras por campo, superior al rango entre 1 y 2 descrito por [Greguss \(1955\)](#) y [Esteban et al. \(1996, 2002, 2004\)](#). La altura de radios más frecuente se encuentra entre 1 y 12 células, generalmente uniseriados. No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

Láminas género *Neocallitropsis*

Figura 36. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Neocallitropsis*. A, Anillos de crecimiento poco o nada diferenciados. B, Punteaduras biseriadas y barras de Sanio. C, Punteaduras areoladas en la pared tangencial de las traqueidas. D, Paredes horizontales y finales del parénquima radial lisas. E, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoides. Escalas: A, 100 μm ; B, 10 μm ; C-D, 30 μm .

4.1.19.- Anatomía de la madera del género *Papuacedrus* H. L. Li (1953).

4.1.19.1. *Papuacedrus papuana* (F. Muell.) H. L. Li

Información general y distribución geográfica

Endémica de las Islas Molucas, Indonesia y Nueva Guinea, donde se distribuye en altitudes comprendidas entre 620 y 3.800 m (Farjon 2005).

Catalogada por IUCN (2014) como LC (no amenazada) y de tendencia poblacional desconocida. Las amenazas que afectan a esta especie varían entre el uso de su madera y la pérdida de territorio por los cultivos agrícolas, aunque no tienen mucho impacto en las poblaciones actuales.

No se conocen usos específicos de esta madera.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Papuacedrus papuana* (F.Muell.) H.L.Li, J. Arnold Arbor. 34: 25 (1953).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Libocedrus papuana* F.Muell., Trans. Roy. Soc. Victoria, n.s., 1(2): 32 (1889).
 - *Thuja papuana* (F.Muell.) Voss, Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 16: 88 (1907).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono marrón amarillento, de manera ocasional con un tinte rosa, que se oscurece hasta presentar un color marrón dorado el duramen y la albura color pajizo (Keating y Bolza 1982; Lemmens *et al.* 1995). Algunos autores simplemente describen esta madera de color pardo acaramelado (Esteban *et al.* 1996). Descrita desde sin olor característico (Esteban *et al.* 1996), pasando por un leve olor a cedro (Keating y Bolza 1982; Lemmens *et al.* 1995), hasta incluso se puede identificar por su olor (Soewarsono 1965). Sin sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Poco o nada diferenciados (Boutelje 1955; Greguss 1972; Lemmens *et al.* 1995; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal, normalmente cuadrado, de vértices redondeados (Greguss 1972; Lemmens *et al.* 1995; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general de manera uniseriada, biseriadas opuestas de manera ocasional (Boutelje 1955; Lemmens *et al.* 1995; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004). La presencia de punteaduras en la pared tangencial es escasa (Boutelje 1955; Lemmens *et al.* 1995). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Boutelje 1955; Lemmens *et al.* 1995). Punteaduras areoladas con toro definido (Boutelje 1955; Gadek *et al.* 2000), acompañado ocasionalmente con extensiones (Boutelje 1955). Willebrand (1995) cita la presencia de muescas en el borde. Sin presencia de verrugosidades, engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Boutelje 1955; Greguss 1972; Lemmens *et al.* 1995; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004), ocasionalmente tangencial (Boutelje 1955; Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Boutelje 1955; Greguss 1972; Lemmens *et al.* 1995; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004) o ligeramente noduladas (Boutelje 1955; Greguss 1972). **Radiales leñosos.**- Homogéneos,

compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha descrito la presencia esporádica de traqueidas radiales (Boutelje 1955). Paredes horizontales lisas (Greguss 1972; Heinz 2004) o punteadas (Boutelje 1955), siendo las paredes finales lisas (Boutelje 1955; Greguss 1972; Lemmens *et al.* 1995; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoide (Greguss 1972) o taxodioide (Boutelje 1955; Lemmens *et al.* 1995; Esteban *et al.* 1996; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Greguss 1972; Lemmens *et al.* 1995; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004), ocasionalmente entre 1 y 3 (Boutelje 1955). Radios casi exclusivamente uniseriados, salvo en algunos casos donde se citan parcialmente biseriados (Boutelje 1955; Greguss 1972; Lemmens *et al.* 1995; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). De altura comprendida entre 1 y 8 células (Lemmens *et al.* 1995; Esteban *et al.* 1996), aunque también se han descrito entre 1 y 15 (Greguss 1972; Lemmens *et al.* 1995; Esteban *et al.* 2004), o superiores llegando hasta 25 células de altura (Greguss 1972; Lemmens *et al.* 1995), con máximos citados entre 30 y 46 células (Boutelje 1955). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Papuacedrus papuana*.

Tabla 31. Caracteres anatómicos observados en *Papuacedrus papuana*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Papuacedrus papuana</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	-
	Poco o nada diferenciados (41)	X
	Transición abrupta (42)	-
	Transición gradual (43)	-
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	(X)
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	X
	Verrugosidades (60)	-
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	
	Trabécula	X
Parénquima axial	Presente (72)	X
	Distribución difusa (73)	X
	Distribución tangencial (74)	-
	Distribución terminal (75)	-
	Paredes transversales lisas (76)	X
	Paredes transversales irregulares (77)	-
	Paredes transversales noduladas (78)	-
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	X
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	X
	Entre 5-15 células de altura	(X)
	Entre 16-30 células de altura	-
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	(X)
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

Albura y duramen diferenciados, de color marrón amarillento o rosado el duramen y la albura amarillenta. Descrito con y sin olor característico. Sin sabor característico.

Anatómicamente, *Papuacedrus* (Tabla 31) presenta anillos de crecimiento poco o nada diferenciados (Figura 37 A), al igual que citan diversos autores.

Traqueidas de contorno poligonal. Punteaduras areoladas en la pared radial dispuestas de manera uniseriada y ocasionalmente de manera biseriada opuesta (Figura 37 E). Escasa presencia de punteaduras en la pared tangencial (Figura 37 C) al igual que describen otros autores ([Boutelje 1955](#); [Lemmens et al. 1995](#)). Las traqueidas axiales presentan punteaduras con toro definido. No se han observado las extensiones de toro descritas por [Boutelje \(1955\)](#), pero sí aparecen las muescas en el borde de las punteaduras (Figura 37 D) descritas por [Willebrand \(1995\)](#). Sin presencia de verrugosidades. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. No se han observado las barras de Sanio citadas por [Boutelje \(1955\)](#) o [Lemmens et al. \(1995\)](#). Trabécula presente.

Parénquima axial presente, de distribución difusa (Figura 37 A). Las paredes transversales son exclusivamente lisas (Figura 37 B) y no se han observado ligeramente noduladas como las descritas por ([Boutelje 1955](#); [Greguss 1972](#)).

Los radios leñosos se componen únicamente de parénquima radial, aunque [Boutelje \(1955\)](#) cita la presencia ocasional de traqueidas radiales. Las paredes horizontales son lisas (Figura 37 Fb), al igual que las paredes finales (Figura 37 Fa). Hendiduras presentes (Figura 37 Fc), carácter no citado anteriormente para esta especie. El campo de cruce presenta punteaduras tipo cupresoide (Figura 37 G), siendo el número más frecuente entre 1 y 3 punteaduras por campo. Los radios más abundantes presentan entre 1 y 10 células de altura, no observándose más de 15 células como describen algunos autores ([Boutelje 1955](#); [Greguss 1972](#); [Lemmens et al. 1995](#)). Generalmente uniseriados aunque se observan algunos de ellos parcialmente biseriados sin llegar al 10%. No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

Láminas género *Papuacedrus*

Figura 37. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Papuacedrus*. A, Anillos de crecimiento poco o nada diferenciados, parénquima en distribución difusa. B, Pared transversal del parénquima axial lisa. C, Punteaduras areoladas en la pared tangencial de las traqueidas. D, Muecas en el borde de las punteaduras. E, Punteaduras biseriadas. F, Paredes horizontales lisas (a), paredes finales lisas (b) y hendidura presente (c). G, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresóide. Escalas: A, 100 μm ; B-C, 25 μm ; D-E-F-G, 10 μm .

4.1.20.- Anatomía de la madera del género *Pilgerodendron* Florin (1930).

4.1.20.1. *Pilgerodendron uviferum* (D.Don) Florin

Información general y distribución geográfica

Ciprés de las Guaitecas, Ciprés de las Islas, Lahuán o Ten. Presenta una distribución que abarca aproximadamente 1.600 km, convirtiéndola de esta manera en la conífera chilena con el mayor rango de distribución, desde la provincia de Valdivia (39°36' S) hasta la provincia de Magallanes (54°20' S) (Díaz-Vaz 1985b; Lara *et al.* 1999; Premoli *et al.* 2001; Szejner 2007; Moreno 2007; Bannister *et al.* 2008), siendo la especie de conífera más austral del mundo (Premoli *et al.* 2001, 2002; Grosfeld y Barthélémy 2001; Rovere *et al.* 2002; Szejner 2007; Bannister *et al.* 2008; Soto *et al.* 2010). Abarca una amplia región de Chile, cubriendo un área total de 564.922 ha (Lara *et al.* 1999; Premoli *et al.* 2001), y en las partes adyacentes de Argentina se presenta en poblaciones aisladas. La superficie protegida está cuantificada en 287.297 ha (Lara *et al.* 1999). Sus masas se encuentran en altitudes comprendidas entre 20 y 750 m (Farjon 2005).

Catalogada por IUCN (2014) como VU (vulnerable) y de tendencia poblacional decreciente, incluida en el Apéndice 1 de la convención CITES desde 1975, por lo que su comercio internacional está prohibido (Moreno 2007; Szejner 2007; Soto *et al.* 2010; Gasson 2011). La mayor amenaza que presenta esta especie es la tala, debido a la excelente calidad de su madera. Su destrucción a gran escala ha llevado a la extinción de la especie en la mayor parte de su distribución original, que junto con los incendios y el pastoreo extensivo han impedido la regeneración de las masas. La mayoría de los bosques argentinos se encuentran dentro de las áreas protegidas, y en Chile se encuentran protegidas las poblaciones más pequeñas.

Madera muy empleada en construcción y ebanistería.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ *Pilgerodendron uviferum* (D.Don) Florin, *Svensk Bot. Tidskr.* 24: 133 (1930).

○ Sinónimos nomenclaturales:

- *Juniperus uvifera* D.Don in A.B.Lambert, *Descr. Pinus*, ed. 2, 2: 116 (1828).
- *Libocedrus uvifera* (D.Don) Pilg. in H.G.A.Engler, *Nat. Pflanzenfam.* ed. 2, 13: 194 (1926).

○ Sinónimos taxonómicos:

- *Thuja tetragona* Hook., *London J. Bot.* 3: 148 (1844).
- *Libocedrus tetragona* (Hook.) Endl., *Syn. Conif.*: 44 (1847).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono marrón que varía desde el amarillento, rosado y rojizo para el duramen y la albura de color blanco amarillento (Bernath 1937; Record y Hess 1949; Tortorelli 1956; Díaz-Vaz 1985b; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996). Roig (1992) describe una fluorescencia verde amarillenta para el duramen. Olor característico y persistente (Díaz-Vaz 1985b; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Wagemann 1949; Boutelje 1955; Greguss 1955; Tortorelli 1956; Díaz-Vaz 1985b; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004; Gasson *et al.* 2011), de transición gradual y abrupta (Wagemann 1949; Boutelje 1955; Tortorelli 1956; Díaz-Vaz 1985b; Roig 1992; Gasson *et al.* 2011). Roig (1992) describe la presencia de falsos anillos de crecimiento. **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Wagemann 1949; Boutelje 1955; Tortorelli 1956; Gasson 1968; Díaz-Vaz 1985b; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004), con los vértices redondeados dando lugar a espacios intercelulares (Esteban *et al.* 1996, 2002). Pared gruesa en madera tardía (Greguss 1955; Gasson *et al.* 2011) o delgada (Wagemann 1949; Tortorelli 1956) según los autores. Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Wagemann 1949; Boutelje 1955; Tortorelli 1956; Díaz-Vaz 1985b; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Gasson *et al.* 2011), aunque se citan biseriadas en escasas ocasiones, generalmente en la madera de primer crecimiento (Boutelje 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). La presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociada a la madera final, ha sido citada por varios autores (Boutelje 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). Presencia ocasional de barras de Sanio (Boutelje 1955). Depósitos en las traqueidas (Barefoot y Hankins 1982). Punteaduras areoladas con toro definido (Boutelje 1955; Roig 1992; Gadek *et al.* 2000; Gasson *et al.* 2011), acompañado ocasionalmente de extensiones (Roig 1992; Willebrand 1995; Gasson *et al.* 2011). Presencia de verrugosidades (Liese 1965a; Roig 1992). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presentes (Roig 1992). **Parénquima axial.-** Presente, ocasionalmente se describe como escaso o ausente (Wagemann 1949; Díaz-Vaz 1985b), de distribución difusa (Wagemann 1949; Boutelje 1955; Tortorelli 1956; Díaz-Vaz 1985b; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gasson *et al.* 2011), y ocasionalmente tangencial (Boutelje 1955; Roig 1992; Díaz-Vaz 2003; Heinz 2004; Gasson *et al.* 2011). Paredes transversales lisas (Boutelje 1955; Greguss 1955; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004; Gasson *et al.* 2011), irregulares (Boutelje 1955; Greguss 1955; Tortorelli 1956; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002; Gadek *et al.* 2000), y ocasionalmente descritas como noduladas (Esteban *et al.* 2004). **Radiales leñosos.-** Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha descrito la presencia esporádica de traqueidas radiales (Boutelje 1955). Paredes horizontales lisas (Greguss 1955; Heinz 2004; Gasson *et al.* 2011) y punteadas (Greguss 1955; Tortorelli 1956; Boutelje 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004), paredes finales lisas (Boutelje 1955; Greguss 1955; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004; Gasson *et al.* 2011), y también noduladas (Greguss 1955; Gasson *et al.* 2011). Con hendiduras no muy marcadas (Boutelje 1955; Roig 1992). Punteaduras tipo cupresioide (Boutelje 1955; Greguss 1955; Díaz-Vaz 1985b; Roig 1992; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004; Gasson *et al.* 2011), descritas del tipo taxodioide en algunos casos (Boutelje 1955; Heinz 2004; Gasson *et al.* 2011). Frecuentemente entre 1 y 2 por campo (Burgerstein 1908; Boutelje 1955; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004), entre 1 y 3 (Wagemann 1949; Boutelje 1955; Díaz-Vaz 1985b; Esteban *et al.* 1996; Gasson *et al.* 2011), ocasionalmente entre 3 y 5 (Tortorelli 1956; Díaz-Vaz 1985b; Roig 1992; Esteban *et al.* 2002; Gasson *et al.* 2011), o incluso hasta 7 punteaduras (Tortorelli 1956; Díaz-Vaz 1985b). Radiales casi exclusivamente uniseriados, salvo en algunos casos donde se citan parcialmente biseriados (Boutelje 1955; Roig 1992; Esteban *et al.* 2002, 2004). De altura comprendida entre 1 y 10 células (Burgerstein 1908; Boutelje 1955; Díaz-Vaz 1985b; Roig 1992), aunque también se han descrito inferiores entre 1 y 6 (Esteban *et al.* 1996) o incluso inferiores a 4 células (Wagemann 1949; Esteban *et al.* 2002; Gasson *et al.* 2011), y superiores, de 1 a 15 (Greguss 1955; Tortorelli 1956; Barefoot y Hankins 1982; Esteban *et al.* 2004), con un máximo de 20 células (Greguss 1955). **Canales resiníferos.-** No se han citado. **Inclusiones minerales.-** No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Pilgerodendron uviferum*.

Tabla 32. Caracteres anatómicos observados en *Pilgerodendron uviferum*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Pilgerodendron uviferum</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-
	Transición abrupta (42)	-
	Transición gradual (43)	X
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	-
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	(X)
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	X
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	(X)
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-
	Verrugosidades (60)	X
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-
	Trabécula	X
Parénquima axial	Presente (72)	X
	Distribución difusa (73)	X
	Distribución tangencial (74)	X
	Distribución terminal (75)	-
	Paredes transversales lisas (76)	X
	Paredes transversales irregulares (77)	-
	Paredes transversales noduladas (78)	(X)
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	(X)
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-
	Entre 5-15 células de altura	X
	Entre 16-30 células de altura	-
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

Pilgerodendron uviferum junto con *Austrocedrus chilensis* y *Fitzroya cupressoides*, son los únicos representantes de la familia Cupressaceae en el continente sudamericano, fácilmente diferenciables según [Gausсен \(1968\)](#). Las claves de identificación que incorporan estas especies muestran una clara diferenciación de sus maderas en cuanto al color del duramen y el olor de su madera. *Fitzroya* presenta un color rojizo frente al color marrón de *Austrocedrus* y *Pilgerodendron* ([Cristiani 1978](#); [Díaz-Vaz 1979](#); [Roig 1992](#)), y únicamente *Pilgerodendron* tiene un olor avainillado, persistente y algo picante, mientras que en *Austrocedrus* es menos marcado y *Fitzroya* no posee aroma característico ([Díaz-Vaz 1979](#); [Roig 1992](#)). Según [Boutelje \(1955\)](#) *Pilgerodendron* se asemeja al resto de cupresáceas del hemisferio sur, presentando entre otros caracteres las paredes finales de los radios y las paredes transversales del parénquima axial lisas.

[Schmidt \(1951\)](#) señala que el color rojizo de su duramen es parecido a otras coníferas con las que comparte territorio como *Fitzroya*, *Podocarpus* L'Hér. ex Pers. y *Araucaria* Juss.

El estudio realizado por [Phillips \(1948\)](#) señala que la madera de *Pilgerodendron* es semejante a la de *Cal. decurrens* en aspectos generales, pero que se pueden separar microscópicamente por la altura de los radios leñosos, la pared transversal del parénquima axial y las paredes finales de los radios leñosos. Posteriormente [Record y Hess \(1949\)](#) señalan la gran relación existente entre la madera de *Pilgerodendron* y *Libocedrus*.

De forma genérica puede considerarse con albura y duramen diferenciados, de color marrón que varía desde el amarillento hasta el rosado o rojizo para el duramen, y una albura blanco amarillenta. Presenta olor característico y persistente. No presenta sabor característico.

Anatómicamente, *Pilgerodendron* (Tabla 32) presenta anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual (Figura 38 A).

La sección transversal de las traqueidas presenta un contorno poligonal con los vértices redondeados, dando lugar a espacios intercelulares coincidiendo con otros autores ([Esteban et al. 1996, 2002](#)). Las punteaduras areoladas se disponen exclusivamente de manera uniseriada. La presencia de punteaduras en la pared tangencial (Figura 38 D) descrita por varios autores es escasa ([Boutelje 1955](#); [Esteban et al. 1996, 2002, 2004](#)). No se han observado las barras de Sanio descritas por [Boutelje \(1955\)](#), ni depósitos en las traqueidas como definen [Barefoot y Hankins \(1982\)](#). Las punteaduras areoladas presentan un toro definido, ocasionalmente con presencia de extensiones de toro ([Roig 1992](#); [Willebrand 1995](#); [Gasson et al. 2011](#)). Verrugosidades presentes (Figura 38 E). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Presencia de trabécula (Figura 38 E).

Parénquima axial presente de distribución difusa y también tangencial (Figura 38 A), como describen otros autores ([Boutelje 1955](#); [Roig 1992](#); [Gasson et al. 2011](#)). Las paredes transversales son lisas (Figura 38 B), de manera ocasional noduladas (Figura 38 C) ([Boutelje 1955](#); [Greguss 1955](#); [Tortorelli 1956](#); [Roig 1992](#); [Esteban et al. 1996, 2002, 2004](#); [Gadek et al. 2000](#)).

Los radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial, aunque [Boutelje \(1955\)](#) cita la presencia ocasional de traqueidas radiales. Paredes horizontales y finales lisas (Figura 38 F), no observándose paredes finales noduladas como describen [Greguss \(1955\)](#) y [Gasson et al. \(2011\)](#). Presencia de hendiduras no muy marcadas (Figura 38 G) como citan otros autores ([Boutelje 1955](#); [Roig 1992](#)).

Punteaduras de los campos de cruce de tipo cupresóide (Figura 38 H), siendo el número más frecuente entre 1 y 3 punteaduras por campo. La altura de radios más frecuente se encuentra entre

5 y 15 células de altura, siendo generalmente uniseriados. Muchos autores señalan la baja altura de los radios como característica de *Pilgerodendron*, con valores entre 1 y 10 células (Burgerstein 1908; Boutelje 1955; Díaz-Vaz 1985b; Roig 1992), entre 1 y 6 (Esteban *et al.* 1996) o incluso inferiores a 4 células (Wagemann 1949; Esteban *et al.* 2002; Gasson *et al.* 2011). A pesar de las abundantes referencias encontradas sobre la baja altura de los radios de *Pilgerodendron*, Díaz-Vaz (1979) diferencia la madera de *Fitzroya* por la altura inferior de sus radios (entre 2 y 6 células de altura) frente a los de *Pilgerodendron* y *Austrocedrus* (entre 1 y 15 células de altura). No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

Láminas del género *Pilgerodendron*

Figura 38. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Pilgerodendron*. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual, parénquima en distribución difusa y tangencial. B, Pared transversal del parénquima axial lisa. C, Pared transversal del parénquima axial nodulada. D, Punteaduras areoladas en la pared tangencial de las traqueidas. E, Trabécula con verrugosidades. F, Paredes finales del parénquima radial lisas. G, Hendidura. H, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoides. Escalas: A, 100 μm ; B-C-D-G, 20 μm ; E-F, 10 μm ; H, 5 μm .

4.1.21.- Anatomía del género *Platycladus* Spach (1841).

4.1.21.1. *Platycladus orientalis* (L.) Franco

Información general y distribución geográfica

Biota, Ce Bai, Cheuqbaeq-namu, Chinese Arborvitae, Hwang Po, Oriental Arborvitae o Poh Shu. Se distribuye en China, Corea y en el este de Rusia, en altitudes comprendidas entre 100 y 2.750 m (Farjon 2005).

Catalogada por IUCN (2014) como NT (amenazada) y de tendencia poblacional desconocida. La explotación a la que se ve sometida en su región de procedencia disminuye la población de ejemplares maduros, pero no implica una amenaza para la especie.

Madera empleada en la construcción de viviendas y templos, también hay registros de su uso en puentes, postes, mobiliario, etc.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Portugaliae Acta Biol., Sér. B, Sist., Julio Henriques: 33* (1949).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Thuja orientalis* L., *Sp. Pl.: 1002* (1753).
 - *Biota orientalis* (L.) Endl., *Syn. Conif.: 47* (1847).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Cupressus pendula* Thunb. in J.A.Murray, *Syst. Veg. ed. 14: 861* (1784).
 - *Thuja acuta* Moench, *Methodus: 692* (1794).
 - *Thuja decora* Salisb., *Prodr. Stirp. Chap. Allerton: 398* (1796).
 - *Cupressus thuja* O.Targ.Tozz., *Ann. Mus. Imp. Fis. Firenze, reimpr. 1-2: 52* (1808).
 - *Cupressus thuya* O.Targ.Tozz., *Ann. Mus. Imp. Fis. Firenze, reimpr. 3-5: 72* (1810), orth. var.
 - *Thuja pyramidalis* var. *stricta* John M.Mill., *Bristol Nurs.: 14* (1826).
 - *Thuja pendula* (Thunb.) D.Don in A.B.Lambert, *Descr. Pinus, ed. 2, 2: 115* (1828).
 - *Thuja tatarica* Lodd. ex G.Don in J.C.Loudon, *Hort. Brit.: 388* (1830), nom. nud.
 - *Thuja australis* Ten., *Atti Reale Accad. Sci. Sez. Soc. Reale Borbon. 3(2): 35* (1832).
 - *Thuja pyramidalis* Ten., *Atti Reale Accad. Sci. Sez. Soc. Reale Borbon. 3(2): 35* (1832).
 - *Thuja orientalis* var. *flagelliformis* Jacques, *Monogr. Conif.: 25* (1837).
 - *Platycladus stricta* Spach, *Hist. Nat. Vég. 11: 335* (1841).
 - *Thuja filiformis* Lodd. ex Lindl., *Edwards's Bot. Reg. 28: t. 20* (1842).
 - *Biota pendula* (Thunb.) Endl., *Syn. Conif.: 49* (1847).
 - *Biota gracilifolia* Knight, *Syn. Conif. Pl.: 16* (1850).
 - *Biota stricta* (Spach) Lindl. & Gordon, *J. Hort. Soc. London 5: 205* (1850).
 - *Biota tatarica* Lindl. & Gordon, *J. Hort. Soc. London 5: 205* (1850).
 - *Thuja flagelliformis* (Jacques) C.Lawson, *Nursery Cat. (P.Lawson & Son) 1851: 261* (1851).

- *Thuja orientalis* var. *sieboldii* C.Lawson in P.Lawson & al., Abietineae- List Pl. Fir Tribe: 55 (1851).
- *Biota pyramidalis* Carrière, Traité Gén. Conif.: 96 (1855).
- *Chamaecyparis glauca* Carrière, Traité Gén. Conif.: 141 (1855).
- *Thuja argentea* Carrière, Traité Gén. Conif.: 94 (1855).
- *Thuja aurea* Carrière, Traité Gén. Conif.: 96 (1855), pro syn.
- *Thuja freneloides* Carrière, Traité Gén. Conif.: 93 (1855), pro syn.
- *Thuja glauca* Carrière, Traité Gén. Conif.: 95 (1855), pro syn.
- *Thuja meldensis* Quetier, Hort. Franç. 5: 231 (1855).
- *Thuja nepalensis* Lodd. ex Carrière, Traité Gén. Conif.: 92 (1855).
- *Biota orientalis* var. *aurea* Carrière in H.A.Jacques & F.Hérincq, Man. Gén. Pl. 4: 321 (1857).
- *Biota freneloides* Gordon, Pinetum: 35 (1858).
- *Biota intermedia* Gordon, Pinetum: 35 (1858).
- *Biota japonica* Siebold ex Gordon, Pinetum: 33 (1858).
- *Biota meldensis* M.A.Lawson ex Gordon, Pinetum: 37 (1858).
- *Biota nepalensis* Endl. ex Gordon, Pinetum: 35 (1858).
- *Biota variegata* Gordon, Pinetum: 34 (1858).
- *Biota coraeana* Siebold ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 17 (1862).
- *Biota excelsa* Gordon, Pinetum, Suppl.: 17 (1862).
- *Biota orientalis* var. *elegantissima* Rollison ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 17 (1862).
- *Biota pendula intermedia* Gordon, Pinetum, Suppl.: 18 (1862), pro syn.
- *Biota pendula recurvata* Gordon, Pinetum, Suppl.: 18 (1862), pro syn.
- *Biota wareana* Gordon, Pinetum, Suppl.: 104 (1862).
- *Retinispora ericoides* Zucc. ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 91 (1862).
- *Thuja antarctica* Gordon, Pinetum, Suppl.: 102 (1862).
- *Thuja dumosa* Gordon, Pinetum, Suppl.: 102 (1862).
- *Thuja elegantissima* Gordon, Pinetum, Suppl.: 17 (1862).
- *Thuja intermedia* Gordon, Pinetum, Suppl.: 18 (1862).
- *Thuja minor* Paul ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 102 (1862).
- *Thuja monstrosa* Gordon, Pinetum, Suppl.: 18 (1862).
- *Thuja stricta* Gordon, Pinetum, Suppl.: 17 (1862).
- *Biota defresneana* C.Van Geert ex K.Koch, Wochenschr. Vereines Beförd. Gartenbaues Königl. Preuss. Staaten 6: 119 (1863).
- *Thuja defresneana* C.Van Geert ex K.Koch, Wochenschr. Vereines Beförd. Gartenbaues Königl. Preuss. Staaten 6: 119 (1863).
- *Biota orientalis* var. *filiformis* (Lodd. ex Lindl.) Henkel & W.Hochst., Syn. Nadelhölz.: 272 (1865).
- *Biota orientalis pendula* (Thunb.) J.Nelson, Pinaceae: 64 (1866).
- *Biota orientalis pendula-variegata* J.Nelson, Pinaceae: 64 (1866).
- *Biota dumosa* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 96 (1867).
- *Biota ericoides* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 141 (1867).
- *Biota falcata* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 96 (1867).
- *Biota fortunei* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 94 (1867).
- *Biota glauca* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 100 (1867).
- *Biota orientalis* var. *cristata* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 97 (1867).
- *Biota orientalis* var. *cupressoides* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 97 (1867).

- *Biota orientalis* var. *falcata* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 96 (1867).
- *Biota orientalis* var. *pendula* (Thunb.) Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 100 (1867).
- *Biota zuccarinii* Siebold ex Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 94 (1867).
- *Chamaecyparis decussata* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 140 (1867).
- *Juniperus ericoides* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 140 (1867).
- *Retinispora decurvata* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 141 (1867).
- *Retinispora juniperoides* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 140 (1867).
- *Retinispora rigida* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 141 (1867).
- *Thuja ericoides* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 141 (1867), pro syn.
- *Thuja fortunei* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 94 (1867), pro syn.
- *Thuja hybrida* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 102 (1867), pro syn.
- *Thuja pygmaea* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 96 (1867), pro syn.
- *Widdringtonia glauca* (Carrière) Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 61 (1867).
- *Biota orientalis* var. *flagelliformis* (Jacques) Hoopes, Book Evergr.: 334 (1868).
- *Thuja gracilifolia* Knight ex Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 459 (1868), pro syn.
- *Thuja verschaffeltii* Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 462 (1868), pro syn.
- *Biota aurea* (Carrière) K.Koch, Dendrologie 2(2): 183 (1873).
- *Thuja expansa* Laws. ex K.Koch, Dendrologie 2(2): 182 (1873).
- *Thuja semperaurea* K.Koch, Dendrologie 2(2): 183 (1873).
- *Biota macrocarpa* R.Sm., Pl. Fir Tribe: 9 (1874).
- *Biota orientalis* var. *argentea* Rafarin, Rev. Hort. (Paris) 46: 74 (1874).
- *Biota semperaurea* Mast. & T.Moore, Gard. Chron., n.s., 1: 60 (1874).
- *Thuja semperaurea* auct., Gard. Chron., n.s., 2: 303 (1874).
- *Biota funiculata* Gordon, Pinetum, ed. 2: 52 (1875).
- *Biota orientalis* var. *ascotensis* Gordon, Pinetum, ed. 2: 422 (1875).
- *Biota orientalis* var. *macrocarpa* (R.Sm.) Gordon, Pinetum, ed. 2: 422 (1875).
- *Biota orientalis* var. *semperaurea* Lemoine ex Gordon, Pinetum, ed. 2: 422 (1875).
- *Biota prostrata* Gordon, Pinetum, ed. 2: 401 (1875).
- *Retinispora decussata* Gordon, Pinetum, ed. 2: 364 (1875).
- *Thuja funiculata* Gordon, Pinetum, ed. 2: 52 (1875).
- *Biota orientalis* var. *fernandiana* Lavallée, Énum. Arbres: 277 (1877).
- *Retinispora glauca* Mast., J. Linn. Soc., Bot. 18: 495 (1881).
- *Retinispora recurvata* Mast., J. Linn. Soc., Bot. 18: 495 (1881).
- *Thuja taillandieri* Van Geert, Nursery Cat. (Auguste Van Geert) 83: 24 (1882).
- *Thuja orientalis* var. *semperaurea* (Lemoine ex Gordon) G.Nicholson, Ill. Dict. Gard. 4: 34 (1889).
- *Biota elegantissima* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 60 (1891).
- *Biota semperaurea* (Lemoine ex Gordon) Beissn., Handb. Nadelholzk.: 60 (1891).
- *Cupressus filiformis* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 63 (1891).
- *Retinispora flavescens* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 58 (1891).
- *Thuja orientalis* var. *pendula* (Thunb.) Mast., J. Roy. Hort. Soc. 14: 253 (1892).
- *Thuja zuccariniana* Voss, Vilm. Blumengärtn. ed. 3, 1: 1226 (1895), pro syn.
- *Thuja orientalis* f. *juniperoides* (Carrière) Asch. & Graebn., Syn. Mitteleur. Fl. 1: 241 (1897).

- *Thuja orientalis* var. *aurea-conspicua* Rehder in L.H.Bailey, Cycl. Amer. Hort. 4: 1804 (1902).
- *Thuja orientalis* f. *elegantissima* (Rollison ex Gordon) C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 286 (1913).
- *Thuja orientalis* f. *semperaurescens* (Lemoine ex Gordon) C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 286 (1913).
- *Thuja orientalis* var. *mexicana* Dummer, J. Bot. 52: 236 (1914).
- *Thuja orientalis* var. *argyi* Lemée & H.Lév., Monde Pl. 17(95): 15 (1915).
- *Thuja orientalis* var. *conspicua* Berckm. ex Rehder, Man. Cult. Trees: 23 (1927).
- *Thuja chengii* Bordères & Gaussen, Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 73: 284 (1939).
- *Thuja orientalis* var. *beverleyensis* Rehder, Man. Cult. Trees, ed. 2: 54 (1940).
- *Thuja orientalis* f. *aurea* (Carrière) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 48 (1949).
- *Thuja orientalis* f. *beverleyensis* (Rehder) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 48 (1949).
- *Thuja orientalis* f. *conspicua* (Berckm. ex Rehder) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 48 (1949).
- *Thuja orientalis* f. *flagelliformis* (Jacques) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 48 (1949).
- *Thuja orientalis* f. *meldensis* (M.A.Lawson ex Gordon) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 49 (1949).
- *Thuja orientalis* f. *sieboldii* (C.Lawson) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 48 (1949).
- *Thuja pyramidalis* f. *stricta* (Rehder) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 48 (1949).
- *Biota orientalis* var. *beverleyensis* Hu, Manual Econ. Pl.: 131 (1955).
- *Biota orientalis* f. *sieboldii* W.C.Cheng & W.T.Wang in W.J.Zheng & al., Trees of China 1: 234 (1961).
- *Biota chengii* (Bordères & Gaussen) Bordères & Gaussen, Trav. Lab. Forest. Toulouse 2(1; 2): 11, 236 (1968).
- *Platycladus orientalis* f. *pendula* Q.Q.Liu & H.Y.Ye, Bull. Bot. Res., Harbin 13: 221 (1993), contrary to Art. 37.5 ICBN (2000)
- *Platycladus chengii* (Bordères & Gaussen) A.V.Bobrov in H.Manitz & F.H.Hellwig (eds.), Sympos. Biodivers. Evolutionsbiol. 14: 18 (1999).
- *Platycladus orientalis* subsp. *chengii* (Bordères & Gaussen) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 19 (2006).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón oscuro (Dallimore y Jackson 1923; Mahmood y Athar 1997) con una tonalidad amarillenta (Moeller 1876; Piccioli 1906; Jiang et al. 2010), anaranjada (Tang 1933) o rojiza (Piccioli 1906; Gamble 1902; Lushington 1919; Mahmood y Athar 1997) el duramen y la albura blanquecina (Gamble 1902; Dallimore y Jackson 1923; Mahmood y Athar 1997) o blanco amarillenta (Piccioli 1906; Tang 1933; Jiang et al. 2010). Olor característico (Tang 1933; Esteban et al. 1996; Mahmood y Athar 1997; Jiang et al. 2010). Leve sabor amargo (Jiang et al. 2010).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Gamble 1902; Tang 1933; Greguss 1955; Heinz 2004; Jiang et al. 2010), ocasionalmente poco diferenciados (Mahmood y Athar 1997), de transición gradual (Tang 1933; Jiang et al. 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Peirce 1937; Greguss 1955; Gaussen 1968; Esteban et al. 1996; Mahmood y Athar 1997; Jiang

et al. 2010), ocasionalmente con las esquinas redondeadas (Greguss 1955; Mahmood y Athar 1997; Jiang et al. 2010) dando lugar a espacios intercelulares (Greguss 1955; Mahmood y Athar 1997). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Gerry 1910; Tang 1933; Esteban et al. 1996; Mahmood y Athar 1997; Gadek et al. 2000; Jiang et al. 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937; Greguss 1955; Mahmood y Athar 1997; Heinz 2004; Jiang et al. 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Tang 1933; Greguss 1955; Esteban et al. 1996; Mahmood y Athar 1997; Jiang et al. 2010). Barras de Sanio presentes (Gerry 1910). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Gadek et al. 2000). Verrugosidades presentes (Kocon 1985; Xiaomei y Ying 1989; Heinz 2004). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Tang 1933; Peirce 1937; Greguss 1955; Esteban et al. 1996; Jiang et al. 2010), tangencial (Tang 1933; Heinz 2004; Jiang et al. 2010) y terminal (Greguss 1955; Esteban et al. 1996; Mahmood y Athar 1997). Paredes transversales lisas (Peirce 1937; Heinz 2004; Jiang et al. 2010), irregulares (Peirce 1937; Heinz 2004) y también noduladas (Gadek et al. 2000; Jiang et al. 2010). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha descrito la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Heinz 2004; Jiang et al. 2010) y punteadas (Peirce 1937), paredes finales lisas (Peirce 1937; Greguss 1955; Esteban et al. 1996; Heinz 2004; Jiang et al. 2010) y noduladas (Greguss 1955; Gadek et al. 2000). Con hendiduras (Peirce 1937; Greguss 1955; Gaussen 1968; Jiang et al. 2010). Punteaduras tipo cupresoide (Peirce 1937; Greguss 1955; Gaussen 1968; Esteban et al. 1996; Jiang et al. 2010), frecuentemente entre 1 y 3 punteaduras por campo (Esteban et al. 1996; Jiang et al. 2010), pudiendo llegar hasta 4 (Greguss 1955). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937; Greguss 1955; Mahmood y Athar 1997). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Piccioli 1906; Tang 1933; Peirce 1937; Greguss 1955; Esteban et al. 1996), generalmente entre 1 y 6 (Mahmood y Athar 1997), con máximos citados de 24 (Peirce 1937) e incluso 28 células (Jiang et al. 2010). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Platycladus orientalis*.

Tabla 33. Caracteres anatómicos observados en *Platycladus orientalis*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Platycladus orientalis</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-
	Transición abrupta (42)	-
	Transición gradual (43)	X
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	(X)
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-
	Verrugosidades (60)	X
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-
	Trabécula	X
Parénquima axial	Presente (72)	X
	Distribución difusa (73)	-
	Distribución tangencial (74)	X
	Distribución terminal (75)	(X)
	Paredes transversales lisas (76)	-
	Paredes transversales irregulares (77)	-
	Paredes transversales noduladas (78)	X
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	X
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-
	Entre 5-15 células de altura	X
	Entre 16-30 células de altura	-
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

Son escasas las claves de identificación que incorporan esta especie. Albura y duramen diferenciados, de color marrón el duramen con tonalidades amarillentas, anaranjadas o rojizas, y la albura blanca o blanca amarillenta. Olor característico, leve sabor amargo según [Jiang et al. \(2010\)](#). Mediante el olor [Lushington \(1919\)](#) diferencia *Platycladus* de *Ch. thyoides*.

Anatómicamente, *Platycladus* (Tabla 33) presenta anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual (Figura 39 A). Ocasionalmente se describen los anillos como poco diferenciados ([Mahmood y Athar 1997](#)).

Traqueidas de sección poligonal, no se observan los espacios intercelulares citados por [Greguss \(1955\)](#) y [Mahmood y Athar \(1997\)](#), posiblemente por incluir madera de compresión en sus descripciones. Punteaduras areoladas radiales dispuestas de manera uniseriada, ocasionalmente biseriadas opuestas (Figura 39 D) en la madera de primer crecimiento como describen otros autores ([Peirce 1937](#); [Greguss 1955](#); [Mahmood y Athar 1997](#); [Heinz 2004](#); [Jiang et al. 2010](#)). Se observan algunas punteaduras en la pared tangencial (Figura 39 C), generalmente en la madera final ([Tang 1933](#); [Greguss 1955](#); [Esteban et al. 1996](#); [Mahmood y Athar 1997](#); [Jiang et al. 2010](#)). En las muestras estudiadas no se observan las barras de Sanio descritas por [Gerry \(1910\)](#) para esta especie. Punteaduras areoladas con toro definido. Presencia clara de verrugosidades (Figura 39 E), como escriben [Kocon \(1985\)](#), [Xiaomei y Ying \(1989\)](#) y [Heinz \(2004\)](#). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Presencia de trabécula (Figura 39 E).

Parénquima axial presente, de distribución tangencial y ocasionalmente terminal (Figura 39 A). Paredes transversales exclusivamente noduladas (Figura 39 B), también se han descrito paredes transversales lisas ([Peirce 1937](#); [Heinz 2004](#); [Jiang et al. 2010](#)) e irregulares ([Peirce 1937](#); [Heinz 2004](#)).

Radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial, aunque [Peirce \(1937\)](#) cita la presencia esporádica de traqueidas radiales. Las paredes horizontales y finales son lisas (Figura 39 Fa), aunque [Greguss \(1955\)](#) y [Gadek et al. \(2000\)](#) las describen paredes finales noduladas. Hendiduras presentes (Figura 39 Fb). Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide (Figura 39 G), siendo el número más frecuente entre 1 y 3 por campo. Radios leñosos uniseriados, de altura comprendida entre 5 y 15 células. Dentro de la clave de identificación descrita por [Peirce \(1937\)](#), *Platycladus* y *Juniperus* presentan paredes horizontales punteadas y hendiduras marcadas, diferenciándose entre sí por la presencia de paredes finales noduladas de *Juniperus*. No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

Láminas género *Platyclusus*

Figura 39. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Platyclusus*. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual y parénquima en distribución terminal. B, Pared transversal del parénquima axial nodulada. C, Punteaduras areoladas en la pared tangencial de las traqueidas. D, Punteaduras areoladas biseriadas opuestas. E, Trabécula con verrugosidades. F, Paredes finales lisas (a), hendidura presente (b). G, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoides. Escalas: A, 100 µm; B-C-F- G, 25 µm.

4.1.22.- Anatomía de la madera del género *Sciadopitys* Siebold & Zucc. (1842).

4.1.22.1. *Sciadopitys verticillata* (Thunb.) Sieb. & Zucc.

Información general y distribución geográfica

Arborvitae, Din Sung Pine, Japanese Arborvitae, Japanese Umbrella Pine, Kanematsu, Kin Sjo, Koyomaki o Umbrella Pine. Se distribuye en Japón, en las provincias de Honshu, Shikoku y Kyushu, en altitudes comprendidas entre 200 y 1.700 m (Farjon 2005).

Catalogada por IUCN (2014) como NT (amenazada) y de tendencia poblacional desconocida. Fue intensamente deforestada y muchas de sus poblaciones actuales se encuentran restringidas por diferentes usos del suelo. Diversas poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Durante el periodo feudal en Japón, se establecieron *Ch. obtusa*, *Ch. pisifera*, *Sciadopitys verticillata*, *Th. standishii* y *Thujopsis dolabrata* como los cinco árboles sagrados de Kiso. Plantadas alrededor de los sitios más emblemáticos de Japón, se caracterizan por poseer una madera de alta calidad, tradicionalmente empleada en la construcción de palacios, templos, santuarios y teatros. Actualmente se emplea en horticultura por la gran durabilidad de su madera y tiene un uso limitado en mobiliario.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Sciadopitys verticillata* (Thunb.) Siebold & Zucc., Fl. Jap. 2(1): 3 (1842).
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Taxus verticillata* Thunb. in J.A.Murray (ed.), Syst. Veg. ed. 14: 895 (1784).
 - *Pinus verticillata* (Thunb.) Siebold, Verh. Batav. Genootsch. Kunsten 12: 12 (1830).
 - *Podocarpus verticillatus* (Thunb.) Jacques, Ann. Fl. Pomone 5: 227 (1837), nom. illeg.
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Sciadopitys verticillata* var. *variegata* Gordon, Pinetum, Suppl.: 96 (1862).
 - *Sciadopitys verticillata* var. *pendula* Bean, Trees & Shrubs Brit. Isles 2: 507 (1914).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón amarillento (Kanehira 1921b; Dallimore y Jackson 1923; Jiang et al. 2010) o amarillo rosado (Esteban et al. 1991) el duramen, y la albura blanco amarillenta (Kanehira 1921b; Dallimore y Jackson 1923; Esteban et al. 1991; Jiang et al. 2010). Ocasionalmente descritos como indiferenciados, de color amarillo rosado (Collardet y Besset 1992) o blanquecino (Jones 1924). Olor característico (Kanehira 1921b; Phillips 1948; Esteban et al. 1991; Collardet y Besset 1992; Jiang et al. 2010). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Jones 1924, Kanehira 1921b; Greguss 1944-7 [1948]; Hayashi 1991; Esteban et al. 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang et al. 2010), de transición abrupta

(Kanehira 1921b; Hayashi 1991) o gradual (Peirce 1936; Jiang et al. 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban et al. 2002, 2004; Jiang et al. 2010). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Burgerstein 1908; Kanehira 1921b; Peirce 1935, 1936; Greguss 1944-7 [1948]; Hayashi 1991; Esteban et al. 2002, 2004; Jiang et al. 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1935, 1936; Heinz 2004; Jiang et al. 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Burgerstein 1908; Kanehira 1921b; Esteban et al. 2002, 2004). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Kanehira 1921b; Peirce 1935, 1936). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (IAWA Committee 2004). Verrugosidades presentes (Liese 1965a; Xiaomei y Ying 1989). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Peirce 1935). **Parénquima axial.**- Escaso o ausente (Kanehira 1921b; Peirce 1936; Greguss 1944-7 [1948]; Kobayashi 1956; Hayashi 1991; Esteban et al. 2002, 2004; Heinz 2004; IAWA Committee 2004; Jiang et al. 2010). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha descrito la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913; Jones 1924). Paredes horizontales lisas (Kanehira 1921b; Jones 1924; Peirce 1935, 1936; Greguss 1944-7 [1948]; Barefoot y Hankins 1982; Esteban et al. 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang et al. 2010) y paredes finales lisas (Kanehira 1921b; Jones 1924; Peirce 1935; Esteban et al. 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang et al. 2010). Sin hendiduras. Punteaduras tipo ventana (Kanehira 1921; Barefoot y Hankins 1982; Hayashi 1991; Esteban et al. 2002, 2004; Heinz 2004; IAWA Committee 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban et al. 2002, 2004; IAWA Committee 2004). Radios exclusivamente uniseriados (Kanehira 1921b; Peirce 1935, 1936; Greguss 1944-7 [1948]; Hayashi 1991; Esteban et al. 2002, 2004; Jiang et al. 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban et al. 2004), generalmente entre 1 y 10 (Kanehira 1921b; Peirce 1936; Greguss 1944-7 [1948]; Hayashi 1991; Esteban et al. 2002; Jiang et al. 2010). **Canales resiníferos.**- Presentes (Dallimore y Jackson 1923). **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Sciadopitys verticillata*.

Tabla 34. Caracteres anatómicos observados en *Sciadopitys verticillata*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por (IAWA Committee 2004).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Sciadopitys verticillata</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-
	Transición abrupta (42)	X
	Transición gradual (43)	-
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	-
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	(X)
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-
	Verrugosidades (60)	(X)
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-
	Trabécula	-
Parénquima axial	Presente (72)	(X)
	Distribución difusa (73)	X
	Distribución tangencial (74)	-
	Distribución terminal (75)	-
	Paredes transversales lisas (76)	X
	Paredes transversales irregulares (77)	-
	Paredes transversales noduladas (78)	-
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	-
Punteaduras del campo de cruce	Ventanas (90)	X
	Cupresoides (93)	-
	Taxodioide (94)	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	-
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-
	Entre 5-15 células de altura	X
	Entre 16-30 células de altura	-
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

La mayoría de las claves de identificación existentes agrupan a los antiguos géneros de la familia Taxodiaceae, donde *Sciadopitys* se diferencia microscópicamente por la ausencia de parénquima axial y las punteaduras de los campos de cruce tipo ventanas (Peirce 1935, 1936; Peraza y Guindeo 1974).

Albura y duramen diferenciados, de color marrón amarillento o rosado el duramen y la albura blanco amarillenta. Presenta olor característico. Sin sabor característico.

Anatómicamente, *Sciadopitys* (Tabla 34) presenta anillos de crecimiento diferenciados de transición abrupta (Figura 40 A), aunque algunos autores la describen como gradual (Peirce 1936; Jiang et al. 2010).

Traqueidas de contorno poligonal. Punteaduras areoladas radiales dispuestas de manera uniseriada, se han citado biseriadas en la madera de primer crecimiento (Peirce 1935, 1936; Heinz 2004; Jiang et al. 2010). La presencia de punteaduras en la pared tangencial (Figura 40 C) es escasa (Burgerstein 1908; Kanehira 1921b; Esteban et al. 2002, 2004). No se han observado barras de Sanio como citan algunos autores (Kanehira 1921b; Peirce 1935, 1936). Punteaduras areoladas con toro definido. Verrugosidades muy finas presentes (Figura 40 D), carácter citado anteriormente por Liese (1965a) y Xiaomei y Ying (1989). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides.

Parénquima axial ausente o escaso. Paredes transversales lisas (Figura 40 B), carácter no citado anteriormente para esta especie.

Los radios leñosos se componen únicamente de parénquima radial, aunque Holden (1913) y Jones (1924) citan la presencia esporádica de traqueidas radiales. Al igual que cita la bibliografía se observan paredes horizontales y finales lisas (Figura 40 F), sin hendiduras. Punteaduras tipo ventana (Figura 40 E) entre 1 y 2 por campo, esta característica permitió diferenciar la madera de *Sciadopitys* del resto de Taxodiaceae, siendo una de las características anatómicas que apoyan la separación de este género formando una familia distinta bajo el nombre de Sciadopityaceae (Peirce 1935). Radios leñosos exclusivamente uniseriados, de altura comprendida entre 1 y 15 células.

No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales, aunque se ha citado la presencia de canales por Dallimore y Jackson (1923).

Láminas género *Sciadopitys*

Figura 40. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Sciadopitys*. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición abrupta. B, Pared transversal del parénquima axial lisa. C, Punteaduras areoladas en la pared tangencial de las traqueidas. D, Verrugosidades. E, Punteaduras del campo de cruce tipo ventana. F, Paredes horizontales y finales del parénquima radial lisas. Escalas: A, 200 μm ; B-C-E-F, 20 μm .

4.1.23.- Anatomía de la madera del género *Sequoia* Endl. (1847).

4.1.23.1. *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.

Información general y distribución geográfica

Amerikansk Sekvoja, California Cedar, California Redwood, Californische redwood, Coast Redwood, Corla, Giant of the Forest, Giant Redwood, Humblodt Redwood, Mexican Cherry, Palo Colorado, Pin Rouge d’Amerique, Pino Rosso d’America, Redwood, Secuoya de California, Secuoya de la Costa, Secuoya Roja, Sequoia de Califronia, Sequoia Roja, Sequoia Rossa, Sequoia Toujours Vert, Sequoie, Vavona o Vavona Burr. Endémica de la costa oeste de Estados Unidos, se distribuye en California y Oregón, en altitudes comprendidas entre el nivel del mar y 900 m (Farjon 2005).

Catalogada por IUCN (2014) como EN (en peligro) y de tendencia poblacional decreciente. Especie de crecimiento lento y tolerante a la sombra, con una lenta sucesión hacia el clímax, por lo que es fácilmente sustituida por especies más comerciales como *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. Su explotación se limita a los ejemplares de 60 a 70 años, puesto que es la edad a la que su duramen adquiere la tonalidad rojiza y con más edad pueden aparecer pudriciones. Es la conífera viva más grande del mundo, superando los 110 metros de altura dados para un ejemplar, que se conoce como Hyperion. Tanto por el color rojo de su madera, su alta calidad y resistencia, como por su rápido crecimiento y grandes dimensiones, la primera mitad del siglo XX tuvo un gran impacto sobre sus masas forestales. La llegada de los europeos a estas tierras, desembocó en la pérdida de unas 40.000 ha, de las 700.000 ha originales, principalmente para la obtención de madera aserrada. Los primeros movimientos para la conservación de esta especie surgieron a finales del siglo XX, para detener la corta de secuoyas milenarias. Muchas de sus poblaciones se encuentran en zonas protegidas, incluyendo un parque nacional dedicado a la especie, pero sólo el 14% de los bosques donde viven pertenecen al gobierno, un 52% pertenece a las compañías madereras y el 34% restante es propiedad privada (Hermoso 2001).

Empleada en construcción, cubiertas, mobiliario, decoración, embalaje y papel.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ ***Sequoia sempervirens* (D.Don) Endl., Syn. Conif.: 198 (1847).**

○ Sinónimos nomenclaturales:

- *Taxodium sempervirens* D.Don in A.B.Lambert, Descr. Pinus 2: 24 (1824).
- *Schubertia sempervirens* (Lamb.) Spach, Hist. Nat. Vég. 11: 353 (1841).
- *Steinhauera sempervirens* (D.Don) Voss, Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 16: 90 (1907).

○ Sinónimos taxonómicos:

- *Taxodium nutkaense* Lamb. ex Endl., Syn. Conif.: 198 (1847).
- *Sequoia religiosa* C.Presl, Epimel. Bot.: 237 (1851).
- *Condyllocarpus sempervirens* Salisb. ex Carrière, Traité Gén. Conif.: 163 (1855).
- *Gigantabies taxifolia* J.Nelson, Pinaceae: 78 (1866).
- *Sequoia pyramidata* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 211 (1867).
- *Sequoia sempervirens* var. *adpressa* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 211 (1867).

- *Sequoia taxifolia* K.Koch, Dendrologie 2(2): 194 (1873).
- *Sequoia sempervirens* var. *glauca* R.Sm., Pl. Fir Tribe: 41 (1874).
- *Sequoia sempervirens* f. *adpressa* (Carrière) Beissn., Handb. Conif.: 21 (1887).
- *Sequoia sempervirens* var. *albospecta* G.Nicholson, Ill. Dict. Gard. 3: 422 (1887).
- *Sequoia sempervirens pendula* Rovelli, Cat. 142: 33 (1899).
- *Sequoia sempervirens* var. *pendula* (Rovelli) C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 272 (1913).
- *Sequoia sempervirens* var. *nana-pendula* Hornibr., Dwarf Conifers: 156 (1923).
- *Sequoia sempervirens* f. *glauca* (R.Sm.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 41 (1949).
- *Sequoia sempervirens* f. *pendula* (Rovelli) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 41 (1949).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono marrón rojizo característico para el duramen (Sargent 1885; Stone 1904, 1920; Dallimore y Jackson 1923; Jones 1924; Record 1934; Brown *et al.* 1949; Cecchini 1952; Harrar 1957; Henderson 1957; Gottwald 1958; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Rendle 1969b; Jane 1970; Core *et al.* 1979; Keating y Bolza 1982; Lincoln 1986; Patterson 1988; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 1991, 1996; Collardet y Besset 1992; Carvalho 1996; Alden 1997; Guindeo *et al.* 1997; Flynn y Holder 2001; IAWA Committee 2004; Walker 2005; Porter 2006; Ahuja 2009; Bergman *et al.* 2010; Jiang *et al.* 2010) y la albura de color blanquecina (Sargent 1885; Stone 1904; Dallimore y Jackson 1923; Jones 1924; Brown *et al.* 1949; Cecchini 1952; Harrar 1957; Henderson 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Core *et al.* 1979; Patterson 1988; Esteban *et al.* 1991, 1996; Collardet y Besset 1992; Carvalho 1996; Alden 1997; Guindeo *et al.* 1997; Flynn y Holder 2001; IAWA Committee 2004; Walker 2005; Bergman *et al.* 2010; Jiang *et al.* 2010). Carente de olor y sabor característicos, aunque algunos autores consideran que tiene un olor agradable (Howard 1920).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1896, 1907; Jeffrey 1903; Stone 1920; Brown 1928; Peirce 1936; Brown *et al.* 1949; Greguss 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Core *et al.* 1979; Barefoot y Hankins 1982; Hoadley 1990; Collardet y Besset 1992; Carvalho 1996; Wagenführ 1996; Esteban *et al.* 1996, 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004; IAWA Committee 2004; Orell 2004; Jiang *et al.* 2010), de transición abrupta (Penhallow 1907; Brown 1928; Peirce 1936; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Core *et al.* 1979; Barefoot y Hankins 1982; Hoadley 1990; Carvalho 1996; IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010) o gradual (Peirce 1936; IAWA Committee 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Penhallow 1907; Greguss 1955; Harrar 1957; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Orell 2004; Jiang *et al.* 2010). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Penhallow 1907; Jones 1912; Peirce 1936; Greguss 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 1996, 2000, 2002, 2003, 2004; Gadek *et al.* 2000; Orell 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Penhallow 1907; Jones 1912; Brown *et al.* 1949; Greguss 1955; Jacquot 1955; Harrar 1957; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996;

Esteban *et al.* 1996, 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004; Orell 2004; Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar a presentarse multiseriadas (Jones 1912; Peirce 1936; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Barefoot y Hankins 1982; Hoadley 1990; Wagenführ 1996; IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1896, 1907; Brown *et al.* 1949; Greguss 1955; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 1996, 2000, 2002, 2003, 2004; Orell 2004; Jiang *et al.* 2010). Alrededor de las punteaduras biseriadas se describen barras de Sanio (Peirce 1936). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Bauch *et al.* 1972; Gadek *et al.* 2000; IAWA Committee 2004), ocasionalmente acompañado de extensiones (Barefoot y Hankins 1982). Muecas presentes en el borde de las punteaduras (Barefoot y Hankins 1982; Willebrand 1995; Heinz 2004). Verrugosidades presentes (Liese 1965a; Xiaomei y Ying 1989; IAWA Committee 2004). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Presencia de trabécula (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Penhallow 1896, 1907; Jeffrey 1903; Stone 1920; Brown 1928; Peirce 1936; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 1996, 2000; Wagenführ 1996; Orell 2004; Jiang *et al.* 2010), tangencial (Jones 1912; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) y terminal (Greguss 1955; IAWA Committee 2004; Orell 2004). Paredes transversales lisas (Peirce 1936; Greguss 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 1996; Heinz 2004; Orell 2004; Jiang *et al.* 2010), irregulares (Kukachka 1960; Barefoot y Hankins 1982; Esteban *et al.* 1996) y noduladas (Greguss 1955; Jacquot 1955; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Gadek *et al.* 2000). **Radial leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Gordon 1912; Jones 1912, 1913b, 1924; Belyea 1919; Bannan 1934; Peirce 1936; Greguss 1955; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Heinz 2004; IAWA Committee 2004). Paredes horizontales lisas (Penhallow 1907; Greguss 1955; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), ocasionalmente punteadas (Peirce 1936; Greguss 1955; Jacquot 1955; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004), y paredes finales lisas (Penhallow 1907; Greguss 1955; Jacquot 1955; Kukachka 1960; Barefoot y Hankins 1982; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 1996, 2000, 2002, 2003, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) y noduladas (Penhallow 1896; Greguss 1955). Con hendiduras (Greguss 1955; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoide (Wagenführ 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Orell 2004) y taxodioide (Brown *et al.* 1949; Greguss 1955; Jacquot 1955; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 1996, 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004; IAWA Committee 2004; Orell 2004; Jiang *et al.* 2010). Entre 1 y 2 punteaduras por campo (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2003, 2004), generalmente entre 3 y 4 (Peirce 1936; Brown *et al.* 1949; Greguss 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Esteban *et al.* 1996, 2000; IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010), llegando hasta 6 por campo (Penhallow 1907; Jacquot 1955; Carvalho 1996; Wagenführ 1996; Esteban *et al.* 2000). Radial casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Penhallow 1896, 1907; Peirce 1936; Brown *et al.* 1949; Greguss 1955; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Butterfield y Meylan 1980; Heinz 2004) e incluso multiseriados (Barefoot y Hankins 1982; IAWA Committee 2004). De altura comprendida entre 5 y 15 células (Peirce 1936; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 1996, 2000, 2002, 2003, 2004; Jiang *et al.* 2010), y entre 16 y 30 (Stone 1920; Peirce 1936; Greguss 1955; Harrar 1957; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Jiang *et al.* 2010), con máximos descritos de más de 30 células (Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Barefoot y Hankins 1982; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 1996, 2000; Jiang *et al.* 2010). **Canales resiníferos.**- Canales resiníferos traumáticos (Penhallow

1896; Jeffrey 1903; Holden 1913; Dallimore y Jackson 1923; Jones 1924; Record 1934; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Barefoot y Hankins 1982; Wilson y White 1986; Carvalho 1996; Heinz 2004; IAWA Committee 2004). ***Inclusiones minerales.***- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Sequoia sempervirens*

Tabla 35. Caracteres anatómicos observados en *Sequoia sempervirens*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

	<i>Características anatómicas</i>	<i>Sequoia sempervirens</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-
	Transición abrupta (42)	-
	Transición gradual (43)	X
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	X
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	X
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	X
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	X
	Verrugosidades (60)	(X)
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-
	Trabécula	X
Parénquima axial	Presente (72)	X
	Distribución difusa (73)	X
	Distribución tangencial (74)	-
	Distribución terminal (75)	-
	Paredes transversales lisas (76)	X
	Paredes transversales irregulares (77)	X
	Paredes transversales noduladas (78)	(X)
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	(X)
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	(X)
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	X
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	(X)
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	(X)
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-
	Entre 5-15 células de altura	X
	Entre 16-30 células de altura	X
	>30 células de altura	(X)
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	X
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

La mayoría de las claves de identificación existentes agrupan a los antiguos géneros de la familia Taxodiaceae en base a la presencia de punteaduras tipo taxodioide. Al ser una madera comercial, son muchas las claves de identificación que incorporan a esta especie (Burgerstein 1908; Jones 1924; Record 1934; Peirce 1936; Jacquot 1955; Peraza 1964; Valley y Wycombe 1971; Peraza y Guindeo 1974; Core *et al.* 1979; Esteban y Guindeo 1988; Peraza *et al.* 1993). Generalmente se asocia con *T. distichum*, *Cryptomeria*, *Athrotaxis* y *Ch. lawsoniana*, también con *Cryptomeria* y *Cunninghamia* por el color de su madera (Phillips 1948; Rendle 1970; Brown 1978c)

Según Phillips (1948) *Sequoia*, junto con *Athrotaxis*, *Cunninghamia*, *Cryptomeria*, *Glyptostrobus*, *Taxodium*, *Thuja* y *Thujopsis*, se diferencian del resto de Cupressaceae por presentar punteaduras tipo taxodioide. *Sequoia* se diferencia del resto de Taxodiaceae por el color de su duramen y por sus largos radios leñosos. La presencia de paredes transversales lisas e irregulares en *Sequoia*, según Phillips (1948), permite diferenciar esta especie de *Cryptomeria*, *Taxodium* y *Thujopsis*.

Henry y McIntyre (1926) diferencian *Glyptostrobus*, *Taxodium*, *Sequoia* y *Sequoiadendron* de la siguiente manera: macroscópicamente *Taxodium* presenta un color marrón oscuro frente al rojizo de las otras tres; microscópicamente todas presentan punteaduras biseriadas salvo *Sequoiadendron*, las paredes transversales del parénquima axial son exclusivamente lisas en *Sequoia*, los radios más altos se presentan en *Taxodium* y *Sequoia* pero *Sequoia* presenta una mayor cantidad de biseriados, siendo las paredes finales lisas en los cuatro géneros; las paredes horizontales son exclusivamente lisas en *Sequoia* y *Sequoiadendron*, finalmente el número de punteaduras por campo de cruce es mayor en *Glyptostrobus* y *Sequoia*.

Sequoia y *Sequoiadendron* se han considerado durante mucho tiempo dentro de un mismo género, siendo sus maderas muy similares (Penhallow 1896; Stone 1904, 1920; Jones 1924; Piirto 1985; Hoadley 1990). A diferencia de *Sequoia*, *Sequoiadendron* no es comercialmente importante, por lo que las descripciones se centran en la primera. Piirto (1985) y Panshin y Zeeuw (1964) diferencian ambas por el duramen, siendo en ambas de color marrón rojizo, pero el duramen de *Sequoiadendron* es más oscuro.

Macroscópicamente *Sequoia* presenta una albura y duramen diferenciados, con duramen de color rojizo característico para esta especie y albura blanquecina. El color rojizo de su duramen, se asemeja al descrito para otras especies de Cupressaceae, denominadas por Ahuja (2009) como “redwoods”, en las que incluye *Cryptomeria japonica*, *Cu. lanceolata*, *Fitzroya cupressoides*, *Metasequoia glyptostroboides*, *Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J.Buchholz y *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Masters. Diversos estudios señalan el parecido entre *Sequoia* y *Fitzroya* (Bernath 1937; Schmidt 1951; Gottwald 1958; Kribs 1959; Ortiz Cespedes 1959; Kukachka 1960; Kukachka 1970; Rendle 1969b; Chudnoff 1984; Collardet y Besset 1992; Gasson 2011), anatómicamente diferenciables por sus radios leñosos (Kukachka 1960). Carvalho (1996) señala también el parecido entre *Sequoia* y *Cal. decurrens*, diferenciadas por el color rojizo de *Sequoia*. Este color también permite diferenciarla de *Taxodium* (Dallimore y Jackson 1923; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990).

Confundida con los cedros, *Taxodium* y con *Th. plicata*, *Sequoia* se diferencia fácilmente por la ausencia de olor (Stone 1904, 1920; Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990). Aunque Howard (1920) describe un olor agradable, no se ha descrito olor por otros autores para esta especie. No presenta sabor característico.

Anatómicamente (Tabla 35), *Sequoia* presenta anillos de crecimiento diferenciados, con una transición entre la madera de primer crecimiento y tardía gradual (Figura 41 A), aunque ha sido descrita como abrupta en varias ocasiones (Penhallow 1907; Brown 1928; Peirce 1936; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Core *et al.* 1979; Barefoot y Hankins 1982; Hoadley 1990; Carvalho 1996; IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010).

Traqueidas de contorno poligonal. Punteaduras areoladas dispuestas de manera uniseriada y biseriadas opuestas (Figura 41 G) en la madera de primer crecimiento como señalan diversos autores. No se han observado multiseriadas (Jones 1912; Peirce 1936; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Barefoot y Hankins 1982; Hoadley 1990; Wagenführ 1996; IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras presentes en la pared tangencial, asociadas a la madera final (Figura 41 E). Punteaduras areoladas con toro definido, no se observan las extensiones de toro citadas por Barefoot y Hankins (1982), pero sí se han observan muescas en el borde (Figura 41 F) como señalan Barefoot y Hankins (1982), Willebrand (1995) y Heinz (2004). Pequeñas verrugosidades presentes (Figura 41 D) (Liese 1965a; Xiaomei y Ying 1989; IAWA Committee 2004). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Se observa trabécula (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004).

Parénquima axial presente, de distribución difusa (Figura 41 A), sin observarse de manera tangencial (Jones 1912; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) o terminal (Greguss 1955; IAWA Committee 2004; Orell 2004). Paredes transversales lisas (Figura 41 B) e irregulares al igual que citan muchos autores, y ocasionalmente también noduladas (Figura 41 C). La presencia de varios tipos de pared transversal es compartida por algunos autores (Greguss 1955; Esteban *et al.* 1996). Siendo frecuentemente lisa, permite diferenciar *Sequoia* de otras especies microscópicamente parecidas como *Taxodium*, *Calocedrus* y *Thuja plicata* (Kukachka 1960; Hoadley 1990).

Radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial, con presencia esporádica de traqueidas radiales al igual que citan otros autores (Gordon 1912; Jones 1912, 1913b, 1924; Belyea 1919; Bannan 1934; Peirce 1936; Greguss 1955; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Heinz 2004; IAWA Committee 2004). Paredes horizontales y finales lisas (Figura 41 Ha), no se han observado paredes finales noduladas como las descritas por Penhallow (1896) y Greguss (1955). Greguss (1955) y Jiang *et al.* (2010) citan la presencia de hendiduras (Figura 41 Hb), observándose no muy marcadas en las muestras estudiadas. Dentro de la antigua Taxodiaceae Bannan (1934) considera tres grupos diferenciados según la estructura de sus radios: *Athrotaxis*, *Taxodium-Cryptomeria* y *Sequoia-Cunninghamia-Taiwania*. Bannan (1934) diferencia a *Sequoia*, *Cunninghamia* y *Taiwania* de *Taxodium* por presentar un menor número espacios entre las células del radio y mayor presencia de traqueidas radiales.

Punteaduras tipo cupresoides (Figura 41 I) y también taxodioide de acuerdo con distintos autores (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2003, 2004; Orell 2004), entre 1 y 2 por campo, presentándose entre 1 y 3 en algunas muestras, con máximos comprendidos entre 3 y 5. Una de las características que permiten diferenciar microscópicamente *Taxodium* de *Sequoia*, son las punteaduras exclusivamente cupresoides de *Taxodium* (Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990).

Radios leñosos exclusivamente uniseriados, aunque se han citado ocasionalmente parcialmente biseriados (Penhallow 1896; Penhallow 1907; Peirce 1936; Brown *et al.* 1949; Greguss 1955; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Butterfield y Meylan 1980; Heinz 2004) e incluso multiseriados (Barefoot y Hankins 1982; IAWA Committee 2004). De altura comprendida entre 2 y 30 células, con máximos de más de 30 células (Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Barefoot y Hankins 1982; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 1996, 2000; Jiang *et al.* 2010). *Sequoia* se caracteriza por presentar los radios leñosos más altos dentro de las coníferas (Hoadley 1990), siendo una característica que permite diferenciar esta especie de los denominados “Pencil Cedar” (Stone 1920), un grupo de especies en el que se encuentran *Ch. lawsoniana* y muchas especies de *Juniperus*, y que son semejantes a *Sequoia*. La altura de sus

radios también permite diferenciar *Sequoia* y *Sequoiadendron*, según Piirto (1985) microscópicamente los elementos de *Sequoia* son más grandes que en *Sequoiadendron*.

Presencia ocasional de canales resiníferos traumáticos, descritos también por distintos autores (Penhallow 1896; Jeffrey 1903; Holden 1913; Dallimore y Jackson 1923; Jones 1924; Record 1934; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Barefoot y Hankins 1982; Wilson y White 1986; Carvalho 1996; Heinz 2004; IAWA Committee 2004). No se han observado inclusiones minerales.

Láminas género *Sequoia*

Figura 41. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Sequoia*. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual y parénquima en distribución difusa. B, Pared transversal del parénquima axial lisa. C, Pared transversal del parénquima axial nodulada. D, Verrugosidades. E, Punteaduras areoladas en la pared tangencial de las traqueidas. F, Muecas en el borde de las punteaduras. G, Punteaduras biseriadas. H, Paredes paredes finales lisas (a), hendidura presente (b). I, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoides. Escalas: A, 350 μm ; B-E-G-I, 20 μm ; C-F-H, 10 μm ; D, 5 μm .

4.1.24.- Anatomía de la madera del género *Sequoiadendron* J. Buchholz (1939).

4.1.24.1. *Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J. Buchholz

Información general y distribución geográfica

Big Tree, Giant Sequoia, Sequoia, Sequoia Gigante, Secuoya Grande, Secuoya de la Sierra, Sierra Redwood, Velintoina o Willingyonia. Se distribuye en la costa oeste de Estados Unidos, restringida en la parte occidental de Sierra Nevada en California, con un área total de 14.200 ha, en altitudes comprendidas entre 900 y 2.700 m (Farjon 2005).

Catalogada por IUCN (2014) como EN (en peligro) y de tendencia poblacional decreciente. Muy explotada por sus grandes dimensiones y resistencia, al igual que *Sequoia sempervirens*, su población se ha visto muy reducida. Actualmente la mayor amenaza que afecta a este género son los incendios. Casi todas sus masas se encuentran protegidas, muchas de ellas en famosos parques nacionales o en reservas forestales, dado que el 92% pertenece al gobierno. La protección de esta especie recibió un reconocimiento más formal cuando el presidente Clinton designó a *Sequoiadendron* como Monumento Nacional en el 2000. Es el árbol más voluminoso del mundo y uno de los más altos, con un volumen datado de 1.385 toneladas sin contar el sistema radical para un ejemplar, que se conoce como General Sherman.

Empleada en la construcción, cubiertas, mobiliario, decoración, embalaje y papel. Actualmente no existe una explotación comercial.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ ***Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J.Buchholz, Amer. J. Bot. 26: 536 (1939).**

○ Sinónimos nomenclaturales:

- *Wellingtonia gigantea* Lindl., Gard. Chron. 1852: 823 (1853).
- *Americus gigantea* (Lindl.) Hanford, Great Calif. Tree: 6 (1854).
- *Sequoia gigantea* (Lindl.) Decne., Bull. Soc. Bot. France 1: 70 (1854), nom. illeg.
- *Taxodium washingtonianum* Winslow, Calif. Farmer & J. Useful Sci. 2: 58 (1854), nom. superfl.
- *Washingtonia californica* Winslow, Calif. Farmer & J. Useful Sci. 2: 58 (1854), nom. superfl.
- *Sequoia wellingtonia* Seem., Bonplandia (Hannover) 3: 27 (1855).
- *Gigantabies wellingtoniana* (Seem.) J.Nelson, Pinaceae: 79 (1866), nom. superfl.
- *Washingtonia gigantea* (Lindl.) Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 217 (1867).
- *Taxodium giganteum* (Lindl.) Kellogg & Behr, Proc. Calif. Acad. Sci., ed. 2, 1: 51 (1873).
- *Sequoia washingtoniana* Sudw., Bull. Div. Forest. U.S.D.A. 14: 61 (1897), nom. superfl.
- *Steinhauera gigantea* (Lindl.) Kuntze ex Voss, Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 16: 90 (1907).

- Sinónimos taxonómicos:
 - *Washingtonia americana* Gordon, Pinetum, Suppl.: 106 (1862).
 - *Wellingtonia gigantea pendula* (Briolay-Goiffon ex Carrière) Ed.Otto, Hamburger Garten- Blumenzeitung 27: 573 (1871).
 - *Wellingtonia pendula* Briolay-Goiffon ex Carrière, Rev. Hort. (Paris) 43: 526 (1871).
 - *Sequoia gigantea* var. *pendula* (Briolay-Goiffon ex Carrière) Lavallée, Énum. Arbres: 271 (1877).
 - *Wellingtonia gigantea pendula-vera* Barron, J. Forest. Estates Managem. 3: 260 (1879).
 - *Wellingtonia californica* Sarg., Rep. For. N. America: 184 (1884).
 - *Wellingtonia gigantea* var. *pendula* Carrière, Rev. Hort. (Paris) 61: 545 (1889).
 - *Sequoia gigantea* f. *pendula* (Briolay-Goiffon ex Carrière) Beissn., Handb. Nadelholzk.: 165 (1891).
 - *Sequoia wellingtonia pendula* (Briolay-Goiffon ex Carrière) Sudw., Bull. Div. Forest. U.S.D.A. 14: 62 (1897).
 - *Sequoia wellingtonia* var. *pendula* (Briolay-Goiffon ex Carrière) A.H.Kent in H.J.Veitch, Man. Conif., new ed.: 275 (1900).
 - *Sequoia gigantea barronii-pendula* A.Henry in H.J.Elwes & A.Henry, Trees Great Britain 3: 701 (1908), nom. superfl.
 - *Sequoiadendron giganteum* f. *pendulum* (Briolay-Goiffon ex Carrière) Rehder, J. Arnold Arbor. 20: 409 (1939).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono marrón rojizo característico para el duramen (Sargent 1885; Dallimore y Jackson 1923; Cecchini 1952; Henderson 1957; Gottwald 1958; Esteban et al. 1996; Flynn y Holder 2001; Ahuja 2009) aunque ocasionalmente se describe como amarillento (Howard 1920; Cecchini 1952; Brown 1978b), y la albura de color blanquecina (Sargent 1885; Dallimore y Jackson 1923; Gottwald 1958; Esteban et al. 1996; Flynn y Holder 2001). Carente de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1896, 1907; Jeffrey 1903; Belyea 1919; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004), de transición abrupta (Penhallow 1907) o gradual (Belyea 1919). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Penhallow 1907; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente uniseriadas (Penhallow 1907; Gerry 1910; Jones 1912; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquot 1955; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004; Gadek et al. 2000), biseriadas en la madera de primer crecimiento (Penhallow 1907; Gerry 1910; Jones 1912; Jacquot 1955; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004), pudiendo llegar a presentarse multiseriadas (Jones 1912). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1896, 1907; Greguss 1955; Jacquot 1955; Barefoot y Hankins 1982; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004). Alrededor de las punteaduras biseriadas se describen barras de Sanio (Gerry 1910; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Bauch et al. 1972; Gadek et al. 2000; IAWA Committee 2004). Muestras

presentes en el borde de las punteaduras (Heinz 2004). Verrugosidades presentes (Greguss 1944-7 [1948]; Liese 1965a; Xiaomei y Ying 1989; IAWA Committee 2004). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Presencia ocasional de trabécula (Esteban et al. 2000, 2002, 2003, 2004). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Penhallow 1896, 1907; Jones 1912; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Barefoot y Hankins 1982; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004), tangencial (Jacquot 1955; Heinz 2004) y terminal (Esteban et al. 2000, 2004). Paredes transversales lisas (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquot 1955; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004), irregulares (Gadek et al. 2000) y noduladas (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004). **Radial leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Jones 1912; Holden 1913; Belyea 1919; Jacquot 1955; Esteban et al. 2000; Heinz 2004). Paredes horizontales lisas (Penhallow 1907; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquot 1955; Esteban et al. 2000, 2002, 2003, 2004; Heinz 2004), ocasionalmente punteadas (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Esteban et al. 2000, 2002, 2003, 2004) y paredes finales lisas (Penhallow 1907; Jones 1912; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquot 1955; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004; Gadek et al. 2000; Heinz 2004), y noduladas (Penhallow 1896). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresioide (Esteban et al. 2000, 2002, 2003, 2004) y taxodioide (Jacquot 1955; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004). Entre 1 y 2 punteaduras por campo (Penhallow 1907; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004), ocasionalmente entre 3 y 4 (Penhallow 1907; Jacquot 1955; Esteban et al. 2000), presentando máximos de hasta 6 por campo (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Esteban et al. 1996). Radial casi exclusivamente uniseriados, salvo en algunos casos donde se citan parcialmente biseriados (Penhallow 1896; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquot 1955; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004). De altura comprendida entre 5 y 15 células (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004) y entre 16 y 30 (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquot 1955; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004), pero generalmente no más de 30 células (Esteban et al. 2000). **Canales resiníferos.**- Canales resiníferos traumáticos (Jeffrey 1903; Holden 1913; Jones 1924; Jeffrey 1925; Jacquot 1955; Barefoot y Hankins 1982). **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Sequoiadendron giganteum*.

Tabla 36. Caracteres anatómicos observados en *Sequoiadendron giganteum*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por (IAWA Committee 2004).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Sequoiadendron giganteum</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-
	Transición abrupta (42)	X
	Transición gradual (43)	-
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	X
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-
	Verrugosidades (60)	(X)
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	X
	Trabécula	X
Parénquima axial	Presente (72)	X
	Distribución difusa (73)	X
	Distribución tangencial (74)	-
	Distribución terminal (75)	X
	Paredes transversales lisas (76)	X
	Paredes transversales irregulares (77)	X
	Paredes transversales noduladas (78)	(X)
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	-
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	X
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	(X)
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-
	Entre 5-15 células de altura	X
	Entre 16-30 células de altura	X
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

Sequoia y *Sequoiadendron* se han considerado durante mucho tiempo dentro de un mismo género, siendo sus maderas muy similares (Penhallow 1896; Stone 1904, 1920; Jones 1924; Piirto 1985; Hoadley 1990). A diferencia de *Sequoia*, *Sequoiadendron* no es comercialmente importante, por lo que son pocas las claves de identificación que incorporan a esta especie, muchas veces considerando ambas por igual (Burgerstein 1908; Jones 1924; Peirce 1936; Valley y Wycombe 1971). Keylwerth (1954) señala el parecido microscópico entre *Sequoia* y *Sequoiadendron*, no pudiendo diferenciarlas claramente.

Henry y McIntyre (1926) diferencian *Glyptostrobus*, *Taxodium*, *Sequoia* y *Sequoiadendron* de la siguiente manera: macroscópicamente *Taxodium* presenta un color marrón oscuro frente al rojizo de las otras tres; microscópicamente todas presentan punteaduras biseriadas salvo *Sequoiadendron*, las paredes transversales del parénquima axial son exclusivamente lisas en *Sequoia*, los radios más altos se presentan en *Taxodium* y *Sequoia* pero *Sequoia* presenta una mayor cantidad de biseriados, siendo las paredes finales lisas en los cuatro géneros: las paredes horizontales son exclusivamente lisas en *Sequoia* y *Sequoiadendron*, finalmente el número de punteaduras por campo de cruce es mayor en *Glyptostrobus* y *Sequoia*.

Macroscópicamente *Sequoiadendron* presenta una albura y duramen diferenciados, con un duramen de color rojizo y una albura blanquecina. El color rojizo de su duramen, se asemeja al descrito para otras especies de Cupressaceae, denominadas por Ahuja (2009) como “redwoods”, en las que incluye *Cryptomeria japonica*, *Cu. lanceolata*, *Fitzroya cupressoides*, *Metasequoia glyptostroboides*, *Sequoia sempervirens* y *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Masters. Piirto (1985) y Panshin y Zeeuw (1964) diferencian *Sequoia* y *Sequoiadendron* por el duramen, siendo ambas de color marrón rojizo, el duramen de *Sequoiadendron* es más oscuro. Confundida con *Th. plicata*, se diferencia fácilmente por la ausencia de olor de *Sequoiadendron* (Stone 1904). Sin sabor característico.

Anatómicamente (Tabla 36), *Sequoiadendron* presenta anillos de crecimiento diferenciados, con una transición entre la madera de primer crecimiento y tardía abrupta (Figura 42 A) (Penhallow 1907), descrita también como gradual (Belyea 1919).

Traqueidas de contorno poligonal. Punteaduras areoladas dispuestas de manera uniseriada y ocasionalmente biseriadas opuestas (Figura 42 E) en la madera de primer crecimiento como señalan diversos autores, no se observan multiseriadas como cita Jones (1912). Punteaduras presentes en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Figura 42 D). Barras de Sanio presentes (Figura 42 E) (Gerry 1910; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004). Punteaduras areoladas con toro definido. No se observan las muescas en el borde citadas por Heinz (2004). Pequeñas verrugosidades presentes (Figura 42 F) (Greguss 1944-7 [1948]; Liese 1965a; Xiaomei y Ying 1989; IAWA Committee 2004). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Se observa trabécula (Esteban et al. 2000, 2002, 2003, 2004).

Parénquima axial presente, de distribución difusa y terminal (Figura 42 A), sin observarse de manera tangencial (Jacquot 1955; Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Figura 42 B) e irregulares al igual que citan muchos autores, y ocasionalmente también noduladas (Figura 42 C). La presencia de varios tipos de pared transversal es compartida por algunos autores (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004).

Radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha citado la presencia esporádica de traqueidas radiales (Jones 1912; Holden 1913; Belyea 1919; Jacquot 1955; Esteban

et al. 2000; Heinz 2004). Paredes horizontales y finales lisas (Figura 42 G), no se observa la presencia de paredes finales noduladas citada por Penhallow (1896). Sin hendiduras.

Punteaduras tipo cupresoide (Figura 42 H) y también taxodioide como citan otros autores (Esteban et al. 2000, 2002, 2003, 2004), entre 1 y 3 por campo, con máximos comprendidos entre 3 y 5.

Radios leñosos exclusivamente uniseriados, no se han observado parcialmente biseriados como señalan otros autores (Penhallow 1896; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquot 1955; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004). De altura comprendida entre 5 y 20 células, con máximos inferiores a 30 células al igual que se observa en muchos estudios (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquot 1955; Esteban et al. 1996, 2000, 2002, 2003, 2004). Algunos autores definen características como la presencia de un menor número de radios leñosos parcialmente biseriados (Panshin y Zeeuw 1964), y una altura menor de los radios (Piirto 1985), como características microscópicas que permitan diferenciar las maderas de *Sequoia* y *Sequoiadendron*.

No se han observados canales resiníferos traumáticos, descritos en muchas ocasiones (Jeffrey 1903; Holden 1913; Jones 1924; Jeffrey 1925; Jacquot 1955; Barefoot y Hankins 1982), ni inclusiones minerales.

Láminas género *Sequoiadendron*

Figura 42. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Sequoiadendron*. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición abrupta, parénquima en distribución difusa y terminal. B, Pared transversal del parénquima axial lisa. C, Pared transversal del parénquima axial nodulada. D, Punteaduras areoladas en la pared tangencial de las traqueidas. E, Punteaduras biseriadas, barras de Sanio presentes. F, Verrugosidades. G, Paredes horizontales y finales lisas. H, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoides. Escalas: A-D, 50 µm; B-C, 25 µm; E-F-G-H, 10 µm.

4.1.25.- Anatomía de la madera del género *Tawiania* Hayata (1906).

4.1.25.1. *Taiwania cryptomerioides* Hayata

Información general y distribución geográfica

Asugi, Bách tán Đai Loan, Coffin-tree, Formosan Redwood, Kauz, Shan, Sugi, Taiwan Cedar, Taiwan San, Taiwan Shan o Taiwan Sugi. Se distribuye en Asia, en el norte de Myanmar, Taiwan, Vietnam y el oeste de China, en altitudes comprendidas entre 1.750 y 2.900 m (Farjon 2005).

Catalogada por IUCN (2014) como VU (vulnerable) y de tendencia poblacional estable. Recientemente se han aprobado nuevas medidas para prohibir la tala de *Taiwania* en China. En Taiwán la mayoría de sus poblaciones se encuentran en el Parque Nacional Yushan. La pequeña población de Vietnam está en peligro crítico, al verse sometida constantemente a incendios y tala. Finalmente, en Myanmar, esta madera es muy valorada y explotada, sin figuras de protección establecidas.

Importancia económica a nivel local. Empleada en construcción, mobiliario, puentes, postes eléctricos y en la fabricación de papel.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ *Taiwania cryptomerioides* Hayata, J. Linn. Soc., Bot. 37: 330 (1906).

○ Sinónimos taxonómicos:

- *Taiwania flousiana* Gaussen, Trav. Lab. Forest. Toulouse 1(3)11: 6 (1939).
- *Eotaiwania fushunensis* Y.Yendo, Bull. Centr. Natl. Mus. Manchoukou 3: 37 (1942).
- *Taiwania fushunensis* (Y.Yendo) Koidz., Acta Phytotax. Geobot. 11: 228 (1942).
- *Taiwania yunnanensis* Koidz., Acta Phytotax. Geobot. 11: 138 (1942).
- *Taiwania cryptomerioides* var. *flousiana* (Gaussen) Silba, Phytologia Mem. 7: 72 (1984).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono rojo amarillento (Kanehira 1921a; Tang 1933; Keating y Bolza 1982; Chang *et al.* 2000; Jiang *et al.* 2010), marrón rosado (Phillips 1948; Esteban *et al.* 1991, 1996) o incluso verde azulado (Chang *et al.* 1999a, 2000) para el duramen y la albura de color blanco amarillento (Kanehira 1921a; Keating y Bolza 1982; Jiang *et al.* 2010). Presencia de bandas coloreadas de color rosado (Keating y Bolza 1982; Chang *et al.* 2000) o marrón violáceo (Phillips 1948). Carente de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Kanehira 1921a; Tang 1933; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Yang y Yang 1987; Yu-Shi y Rui-Jun 1989; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), de transición gradual (Peirce 1936; Yang y Yang 1987), ocasionalmente abrupta (Peirce 1936; Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente uniseriadas (Kanehira 1921a; Tang 1933; Shimakura 1937; Yang y Yang 1987;

Yu-Shi y Rui-Jun 1989; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Jiang *et al.* 2010), biseriadas en la madera de primer crecimiento (Kanehira 1921a; Tang 1933; Shimakura 1937; Peirce 1936; Yang y Yang 1987; Yu-Shi y Rui-Jun 1989; Esteban *et al.* 1996; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar a presentarse multiseriadas (Tang 1933; Shimakura 1937; IAWA Committee 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociada a la madera tardía (Kanehira 1921a; Tang 1933; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Alrededor de las punteaduras biseriadas se describen barras de Sanio (Peirce 1936; Shimakura 1937). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Bauch *et al.* 1972; Gadek *et al.* 2000; IAWA Committee 2004). Muecas en el borde de las punteaduras (Barefoot y Hankins 1982; Willebrand 1995; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Verrugosidades presentes (Liese 1965a), aunque algunos autores señalan su ausencia (Xiaomei y Ying 1989). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Tang 1933; Peirce 1936; Shimakura 1937; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), y tangencial (Shimakura 1937; Esteban *et al.* 1996; Heinz 2004; IAWA Committee 2004). Paredes transversales lisas (Peirce 1936; Shimakura 1937; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Yang y Yang 1987; Yu-Shi y Rui-Jun 1989; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), ocasionalmente irregulares (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Esteban *et al.* 1996). **Radios leñosos.-** Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Gadek *et al.* 2000). Paredes horizontales lisas (Shimakura 1937; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Barefoot y Hankins 1982; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) y punteadas (Peirce 1936; Heinz 2004). Paredes finales lisas (Shimakura 1937; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Esteban *et al.* 1996, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Peirce 1936; Yang y Yang 1987; IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoide (Yang y Yang 1987; Yu-Shi y Rui-Jun 1989; Esteban *et al.* 1996; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) y taxodioide (Yang y Yang 1987; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), frecuentemente entre 1 y 2 por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004), o entre 1 y 3 (Tang 1933; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 1996; Jiang *et al.* 2010), con máximos entre 3 y 5 (Kanehira 1921a; Peirce 1936; Shimakura 1937). Radios casi exclusivamente uniseriados, salvo algunos casos donde se citan parcialmente biseriados (Kanehira 1921a; Peirce 1936; Shimakura 1937; Greguss 1955; Yang y Yang 1987; Esteban *et al.* 1996, 2002; Heinz 2004), de altura comprendida entre 5 y 15 células (Esteban *et al.* 2004), aunque también se han descrito inferiores a 10 (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Esteban *et al.* 2002), y superiores, entre 1 y 20 células (Peirce 1936; Esteban *et al.* 1996), o entre 1 y 30 (Kanehira 1921a; Shimakura 1937; Yang y Yang 1987; Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar hasta 50 (Kanehira 1921a). **Canales resiníferos.-** No se han citado. **Inclusiones minerales.-** No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Taiwania cryptomerioides*.

Tabla 37. Caracteres anatómicos observados en *Taiwania cryptomerioides*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Taiwania cryptomerioides</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-
	Transición abrupta (42)	-
	Transición gradual (43)	X
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	X
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	X
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	(X)
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	X
	Verrugosidades (60)	(X)
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	X
	Trabécula	X
Parénquima axial	Presente (72)	X
	Distribución difusa (73)	X
	Distribución tangencial (74)	X
	Distribución terminal (75)	-
	Paredes transversales lisas (76)	X
	Paredes transversales irregulares (77)	X
	Paredes transversales noduladas (78)	-
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	X
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-
	Entre 5-15 células de altura	X
	Entre 16-30 células de altura	X
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

Macroscópicamente *Taiwania* presenta albura y duramen diferenciados, el cambio de color en el duramen entre rojo amarillento y verde azulado depende de las condiciones de luz y oxígeno (Chang et al. 1999a, 2000), presentando la albura un color amarillento. Carente de olor y sabor característicos.

Phillips (1948) considera fácilmente diferenciable *Taiwania* del resto de Cupressaceae menos de *Ch. lawsoniana* y *Fokienia*. El color del duramen y la ausencia de olor y sabor característicos de *Taiwania*, permite diferenciarla de ambas, además de la presencia de paredes transversales noduladas del parénquima axial en *Chamaecyparis* y *Fokienia*.

Anatómicamente (Tabla 37), *Taiwania* presenta anillos de crecimiento diferenciados, con una transición gradual entre la madera de primer crecimiento y tardía (Figura 43 A), ocasionalmente descrita como abrupta (Peirce 1936; Jiang et al. 2010).

Traqueidas de contorno poligonal. Punteaduras areoladas radiales dispuestas de manera uniseriada y biseriadas opuestas en la madera de primer crecimiento, no se observan multiseriadas como citan otros autores (Tang 1933; Shimakura 1937; IAWA Committee 2004). Se han observado algunas punteaduras en la pared tangencial (Figura 43 C), no siempre asociadas a la madera tardía. Barras de Sanio presentes (Peirce 1936; Shimakura 1937). Punteaduras areoladas con toro definido. Muecas en el borde de las punteaduras (Figura 43 D) como señalan otros autores (Barefoot y Hankins 1982; Willebrand 1995; Heinz 2004; Jiang et al. 2010). Pequeñas verrugosidades presentes (Figura 43 E) (Liese 1965a), aunque algunos autores señalan su ausencia (Xiaomei y Ying 1989). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Figura 43 E).

Entre las especies de Cupressaceae presentes en Taiwán, Yang y Yang (1987) diferencian *Taiwania* por la menor presencia de parénquima axial. De distribución difusa (Figura 43 A) y también tangencial, se observan paredes transversales tanto lisas (Figura 43 B) como irregulares en una misma muestra, de acuerdo con otros autores (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Esteban et al. 1996).

Radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial, aunque Gadek et al. (2000) citan la presencia esporádica de traqueidas radiales. Paredes horizontales y finales lisas (Figura 43 Fa), aunque Peirce (1936) y Heinz (2004) describen paredes horizontales punteadas. Hendiduras presentes (Figura 43 Fb) de acuerdo a la bibliografía estudiada (Peirce 1936; Yang y Yang 1987; IAWA Committee 2004; Jiang et al. 2010). La clave de identificación de Peirce (1936) sobre la antigua familia Taxodiaceae, diferencia los géneros *Taiwania*, *Cryptomeria* y *Cunninghamia* del resto por presentar hendiduras muy marcadas.

Punteaduras tipo cupresioide (Figura 43 G), aunque algunos autores las citan de tipo taxodioide (Yang y Yang 1987; Heinz 2004; Jiang et al. 2010), con un rango observado entre 1 y 3 punteaduras por campo de cruce, sin llegar a los máximos citados entre 3 y 5 (Kanehira 1921a; Peirce 1936; Shimakura 1937).

Radios leñosos exclusivamente uniseriados, aunque se han citado ocasionalmente biseriados (Kanehira 1921a; Peirce 1936; Shimakura 1937; Greguss 1955; Yang y Yang 1987; Esteban et al. 1996, 2002; Heinz 2004), de altura media comprendida entre 5 y 20 células, con máximos próximos a 30 células de altura, sin llegar a las 50 células descritas por Kanehira (1921a). No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

Dentro de la antigua Taxodiaceae Bannan (1934) considera tres grupos diferenciados según la estructura de sus radios: *Athrotaxis*, *Taxodium-Cryptomeria* y *Sequoia-Cunninghamia-Taiwania*.

Bannan (1934) diferencia a *Sequoia*, *Cunninghamia* y *Taiwania* de *Taxodium* por presentar un menor número espacios entre las células del radio y mayor presencia de traqueidas radiales.

Láminas género *Taiwania*

Figura 43. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Taiwania*. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual y parénquima axial en distribución difusa. B, Pared transversal del parénquima axial lisa. C, Punteaduras areoladas en la pared tangencial de las traqueidas. D, Muestras en el borde de las punteaduras. E, Trabécula con verrugosidades. F, Paredes horizontales y finales lisas (a) y hendiduras (b). G, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoides. Escalas: A, 140 μm ; B, 35 μm ; D, 20 μm ; E-G, 10 μm ; F, 5 μm .

4.1.26.- Anatomía de la madera del género *Taxodium* Rich. (1810).

El género *Taxodium* se distribuye geográficamente entre Estados Unidos, Méjico y Guatemala. Actualmente World Checklist considera que este género consta de una especie con tres variedades, frente a las dos especies y dos variedades contempladas por Farjon (2005): *T. distichum* y *T. mucronatum*. Es intención del autor seguir el tratamiento taxonómico descrito por Farjon (2005).

IUCN (2014) muestra para este género una tendencia poblacional estable, catalogadas como LC (sin amenazas).

4.1.26.1. *Taxodium distichum* Hayata

Información general y distribución geográfica

Amerikanische Zypresse, Amerikansk Cypress, Bald Cypress, Black-Cypress, Buck Cypress, Canoe Water Pine, Chinese Swamp Cypress, Cipres Americano, Cipres Calvo, Cipres de Pantano, Cipres Pond, Cipresso Calvo, Cipresso del Sud, Cipresso delle Paludi, Cipresso Pond, Common Bald Cypress, Cow Cypress, Cupresso delle Paludi, Cypres Chauve, Cypres de la Louisiane, Cypres Pond, Cypress, Deciduous Cypress, Gulf-cypress, Gulf Red Cypress, Knee Cypress, Louisiana Black Cypress, Louisiana Cypress, Louisiana Red Cypress, Moeras-cypres, Pecky Cypress, Pond Bald Cypress, Pond cypress, Red-cypress, River Cypress, Satine Faux, Shui ts'uung, Shui Tsung kan, Southern-cypress, Sumpcypress, Sumpftaxodie, Sumpf-zypresse, Sumpfzypresse, Swamp-cypress, Taxodier Chauve, Tidewater Red-cypress, Upland Cypress, Virginische Sumpfzedar, White-cypress, Yellow-cypress o Zweizeilige Sumpfzypresse. Las distintas variedades se conocen bajo los nombres Bald-cypress, Cypress, Gulf Cypress, Red-cypress, Southern Cypress, Swamp Cypress, White-cypress o Yellow-cypress para la variedad *distichum*, y Black-cypress, Cypress o Pondcypress para la variedad *imbricatum*. Se distribuye en el sureste de Estados Unidos, en los estados de Alabama, Arkansas, Delaware, Florida, Georgia, Illinois, Indiana, Kentucky, Louisiana, Maryland, Mississippi, Missouri, North Carolina, Oklahoma, South Carolina, Tennessee, Texas y Virginia. En altitudes comprendidas entre el nivel del mar y los 530 m (Farjon 2005).

No se registran amenazas que afecten a esta especie. Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Madera muy resistente a pudriciones, empleada en la construcción de viviendas, barcos y puertos, en mobiliario, barricas, postes e invernaderos. Propia de hábitats ribereños, proporciona alimento y alojamiento para aves y otros animales salvajes, además regula el régimen de inundaciones. Fuera de su área de distribución natural es muy empleado como árbol ornamental.

Sinónimos (Farjon 2005):

- ✓ *Taxodium distichum* (L.) Rich., Ann. Mus. Hist. Nat. 16: 298 (1810).
 - Sinónimos
 - *Cupressus disticha* L., Sp. Pl.: 1003 (1753).
 - *Cupressus laeta* Salisb., Prodr. Stirp. Chap. Allerton: 397 (1796).
 - *Schubertia disticha* (L.) Mirb., Mém. Mus. Hist. Nat. 13: 75 (1825).
 - *Cuprespinata disticha* (L.) J.Nelson, Pinaceae: 61 (1866).

✓ ***Taxodium distichum* var. *distichum*.**

○ Sinónimos

- *Cupressus disticha* var. *nutans* Aiton, Hort. Kew. 3: 372 (1789).
- *Taxodium distichum* var. *nutans* (Aiton) Sweet, Hort. Brit.: 327 (1827).
- *Taxodium distichum* (L.) Rich. var. *nutans* (Aiton) Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2, 1: 183. 1867, non Sweet (1827)
- *Taxodium ascendens* var. *nutans* (Aiton) Rehder, Man. Cult. Trees: 25 (1927).
- *Taxodium distichum* subsp. *nutans* (Aiton) A.E.Murray, Kalmia 12: 25 (1982).
- *Cupressus disticha* var. *patens* Aiton, Hort. Kew. 3: 372 (1789).
- *Taxodium distichum* var. *patens* (Aiton) Sweet, Hort. Brit.: 327 (1827).
- *Taxodium sinense* var. *pendulum* J.Forbes, Pinet. Woburn.: 180 (1839).
- *Glyptostrobus pendulus* (J.Forbes) Endl., Syn. Conif.: 71 (1847).
- *Taxodium sinense* Nois. ex Gordon, Pinetum: 309 (1858), nom. Forbes (1839).
- *Taxodium distichum* var. *pendulum* (J.Forbes) Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 182 (1867).

✓ ***Taxodium distichum* var. *imbricatum* (Nutt.) Croom, Cat. Pl. New Bern, ed. 2: 48 (1837).**

○ Sinónimos

- *Cupressus disticha* var. *imbricata* Nutt., Trans. Amer. Philos. Soc., n.s., 5: 163 (1835).
- *Taxodium imbricatum* (Nutt.) R.M.Harper, Bull. Torrey Bot. Club 29: 283 (1902).
- *Thuja lineata* Poir. in J.B.A.M.de Lamarck, Encycl., Suppl. 5: 303 (1817).
- *Glyptostrobus lineatus* (Poir.) Druce, Rep. Bot. Soc. Exch. Club Brit. Isles 4: 624 (1916 publ. 1917).
- *Taxodium lineatum* (Poir.) Druce, Rep. Bot. Soc. Exch. Club Brit. Isles 1916: 650 (1917).
- *Taxodium ascendens* Brongn., Ann. Sci. Nat. (Paris) 30: 182 (1833).
- *Taxodium distichum* var. *ascendens* (Brongn.) Mast., J. Hort. Soc. London 14: 248 (1892).
- *Taxodium microphyllum* Brongn., Ann. Sci. Nat. (Paris) 30: 182 (1833).
- *Taxodium distichum* var. *microphyllum* (Brongn.) Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 441 (1868).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color desde marrón claro amarillento hasta el marrón rojizo oscuro o marrón chocolate (Sargent 1885; Lushington 1919; Dallimore y Jackson 1923; Record 1934; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Henderson 1957; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Rendle 1969b; Jane 1970; Brown 1978a; Core *et al.* 1979; Patterson 1988; Esteban *et al.* 1991; Collardet y Besset 1992; Alden 1997; Guindeo *et al.* 1997; Flynn y Holder 2001; Porter 2006; Bergman *et al.* 2010; Jiang *et al.* 2010) el duramen, y la albura de color blanquecino (Sargent 1885; Brown *et al.* 1949; Henderson 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Brown 1978a; Core *et al.* 1979; Esteban *et al.* 1991; Collardet y Besset 1992; Alden 1997; Guindeo *et al.* 1997;

Flynn y Holder 2001; Porter 2006; Bergman *et al.* 2010; Jiang *et al.* 2010). Olor característico a patatas rancias (Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Henderson 1957; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Brown 1978a; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 1991, 2000; Collardet y Besset 1992; Guindeo *et al.* 1997; Flynn y Holder 2001; Bond 2002; Jiang *et al.* 2010). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1896; Howard 1920; Brown 1928; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Bond 2002; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010; Tiwari *et al.* 2012), de transición abrupta (Brown 1928; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Bond 2002; Jiang *et al.* 2010) o gradual (Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Harrar 1957; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Las punteaduras areoladas se disponen en general de manera uniseriada (Penhallow 1896; Kaeiser 1953b; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Jiang *et al.* 2010; Tiwari *et al.* 2012), descritas también como biseriada (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Kaeiser 1953b; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010; Tiwari *et al.* 2012) e incluso multiseriada en la madera de primer crecimiento (Burgerstein 1908; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Butterfield y Meylan 1980; Barefoot y Hankins 1982; Hoadley 1990; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras presentes en la pared tangencial, asociadas generalmente a la madera tardía (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Jane 1970; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010; Tiwari *et al.* 2012). Barras de Sanio presentes (Gerry 1910; Kaeiser 1953b; Esteban *et al.* 1996). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Gadek *et al.* 2000; Tiwari *et al.* 2012). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Penhallow 1896; Brown *et al.* 1949; Kaeiser 1953b; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010) y tangencial (Penhallow 1896; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Barefoot y Hankins 1982; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010; Tiwari *et al.* 2012). Paredes transversales lisas (Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Kaeiser 1953b; Jacquot 1955; Kukachka 1960; Barefoot y Hankins 1982; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004; IAWA Committee 2004). **Radiales leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010; Tiwari *et al.* 2012) y punteadas (Kaeiser 1953b; Jacquot 1955; Heinz 2004; Tiwari *et al.* 2012), paredes finales lisas (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Kaeiser 1953b; Hoadley 1990; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010; Tiwari *et al.* 2012) y noduladas (Panshin y Zeeuw 1964; Tiwari *et al.* 2012). Con hendiduras (Kaeiser 1953b; Jacquot 1955; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresioide (Brown *et al.* 1949; Kaeiser 1953b; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010; Tiwari *et al.* 2012) y taxodioide (Brown *et al.* 1949; Kaeiser 1953b; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Hoadley 1990; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010; Tiwari *et al.* 2012), frecuentemente entre 1 y 4 por campo

(Burgerstein 1908; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Kaeiser 1953b; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Esteban *et al.* 2000; IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010), o de rango inferior entre 1 y 2 (Harrar 1957; Esteban *et al.* 2002, 2004), con un máximo de 6 (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Tiwari *et al.* 2012) u 8 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente parcialmente biseriados (Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Tiwari *et al.* 2012), de altura comprendida entre 1 y 20 células (Burgerstein 1908; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010; Tiwari *et al.* 2012), con máximos superiores a 30 células (Esteban *et al.* 2000; Tiwari *et al.* 2012) llegando incluso a 60 células (Greguss 1955; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.26.2. *Taxodium mucronatum* Ten.

Información general y distribución geográfica

Ahuehuate, Ciprés, Javoli, Mexican cypress, Montezuma Bald Cypress, Montezuma Yew-cypress, Penhamu, Peniamun, Sabino, Tnyucu, Taxodio de Mexico o Yagaguiciciña. Se distribuye entre Guatemala, Méjico y en el estado de Tejas (EEUU), en altitudes comprendidas entre 160 y 2.700 m (Farjon 2005).

La principal amenaza que afecta a esta especie es la variación freática del terreno, como consecuencia de acciones antrópicas. Declarada como árbol nacional en Méjico, muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas. Clasificada como EN (en peligro) en Tejas (EEUU). No se tienen registros de figuras de protección para esta especie en Guatemala.

Es uno de los árboles con mayor diámetro del mundo, citándose ejemplares de hasta 33 m de circunferencia en Santa María de Tule. Madera muy empleada en construcción y en la medicina primitiva. Los aztecas plantaron esta especie en las calles, jardines y plazas del Valle de Méjico. Esta tradición continúa actualmente, conservando ejemplares centenarios. Actualmente su madera no tiene gran valor comercial.

Sinónimos (Farjon 2005):

- ✓ *Taxodium mucronatum* Ten., Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 3, 19: 355 (1853).
 - Sinónimos:
 - *Taxodium distichum* var. *mucronatum* (Ten.) A.Henry in H.J.Elwes & A.Henry, Trees Great Britain 1: 175 (1906).
 - *Taxodium distichum* Kunth in Humboldt *et al.*, Nov. Gen. Sp. Pl. 2 (5): 4. 1817, non Rich. (1810)
 - *Taxodium mexicanum* Carrière, Traité Gén. Conif.: 147 (1855).
 - *Taxodium distichum* var. *mexicanum* (Carrière) Gordon, Pinetum: 307 (1858).
 - *Cupressinnata mexicana* (Carrière) J.Nelson, Pinaceae: 61 (1866).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un color marrón pálido para el duramen de tonalidades rosas, verdes, crema y castaño rojizo, y la albura de color blanco cremoso (Paz y Olvera 1981). Descrita de manera general de color amarillo o pardo rosado (Esteban *et al.* 1991). Carente de olor y sabor característicos.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Tiwari *et al.* 2012) o poco diferenciados (Paz y Olvera 1981), de transición gradual (Paz y Olvera 1981). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Kaeiser 1953; Greguss 1955; Paz y Olvera 1981; Esteban *et al.* 2002, 2004; Tiwari *et al.* 2012) o biseriadas (Kaeiser 1953; Greguss 1955; Heinz 2004) en la pared radial. Punteaduras presentes en la pared tangencial, asociadas generalmente a la madera tardía (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Tiwari *et al.* 2012). Barras de Sanio presentes (Kaeiser 1953). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras con toro definido (Tiwari *et al.* 2012). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Kaeiser 1953; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004), tangencial (Heinz 2004) y terminal (Tiwari *et al.* 2012). Paredes transversales lisas (Tiwari *et al.* 2012), irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Kaeiser 1953; Greguss 1955; Heinz 2004; Tiwari *et al.* 2012). **Radiales leñosos.-** Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Tiwari *et al.* 2012) y punteadas (Kaeiser 1953; Greguss 1955; Heinz 2004), paredes finales lisas (Kaeiser 1953; Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Tiwari *et al.* 2012). Con hendiduras (Kaeiser 1953). Punteaduras tipo cupresioide (Kaeiser 1953; Tiwari *et al.* 2012) y taxodioide (Kaeiser 1953; Greguss 1955; Paz y Olvera 1981; Tiwari *et al.* 2012), frecuentemente entre 1 y 4 por campo (Kaeiser 1953; Greguss 1955; Paz y Olvera 1981; Esteban *et al.* 2002, 2004; IAWA Committee 2004; Tiwari *et al.* 2012). Radiales exclusivamente uniseriados, ocasionalmente parcialmente biseriados (Greguss 1955), de altura comprendida entre 1 y 15 células (Greguss 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Tiwari *et al.* 2012), con un máximo de 26 células (Greguss 1955). **Canales resiníferos.-** No se han citado. **Inclusiones minerales.-** No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en las especies del género *Taxodium*.

RESULTADOS

Tabla 38. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Taxodium*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Taxodium distichum</i>	<i>Taxodium mucronatum</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-	X
	Transición abrupta (42)	X	-
	Transición gradual (43)	-	X
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	X	-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	X	-
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-	-
	Punteaduras tangenciales	X	X
	Depósitos (48)	-	-
	Espacios intercelulares (53)	-	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-	-
	Verrugosidades (60)	(X)	X
	Engrosamientos helicoidales (61)	-	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	X	-
	Trabécula	-	X
Parénquima axial	Presente (72)	X	X
	Distribución difusa (73)	X	X
	Distribución tangencial (74)	X	-
	Distribución terminal (75)	-	X
	Paredes transversales lisas (76)	-	X
	Paredes transversales irregulares (77)	-	X
	Paredes transversales noduladas (78)	X	-
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X	X
	Paredes finales lisas (85)	X	X
	Paredes finales noduladas (86)	-	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-	-
	Hendiduras (89)	-	X
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-	-
	Cupresoides (93)	X	X
	Taxodioides (94)	X	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X	(X)
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	(X)	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-	-
	Entre 5-15 células de altura	X	X
	Entre 16-30 células de altura	(X)	(X)
	>30 células de altura	-	-
	Uniseriados (107)	X	X
	Parcialmente biseriados (108)	-	(X)
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-	-

Anatomía comparada

En distintas claves de identificación, el género *Taxodium* presenta dos entradas distintas, con las punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide y con el tipo taxodioide. En ambos grupos se diferencia el género *Taxodium* del resto al presentar alturas máximas de radio que pueden llegar a las 60 células (Jacquiot 1955; Peraza 1964; Peraza *et al.* 1993).

De forma genérica puede considerarse con albura y duramen diferenciados, con un color blanquecino para la albura. *T. distichum* posee una gran variabilidad cromática, donde los colores más oscuros del duramen corresponden a los árboles próximos a la costa y marismas, mientras que los colores más claros a los árboles de interior. En cambio, *T. mucronatum* presenta un color marrón pálido para el duramen de tonalidades rosas, verdes, crema y castaño rojizo. Diferenciados por su olor, *T. distichum* presenta un olor rancio característico, mientras que no se ha descrito olor para la madera de *T. mucronatum*. Las maderas de color más oscuro de *T. distichum* presentan un olor más fuerte que las de color más claro, característica que permite diferenciar a esta especie del resto en distintas claves de identificación (Record 1934; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990). Según Howard (1920) el color de la madera de *T. distichum* es muy semejante al de *Ch. formosensis*, diferenciados por el olor. Sin sabor característico.

Henry y McIntyre (1926) diferencian *Glyptostrobus*, *Taxodium*, *Sequoia* y *Sequoiadendron* de la siguiente manera: macroscópicamente *Taxodium* presenta un color marrón oscuro frente al rojizo de las otras tres; microscópicamente todas presentan punteaduras biseriadas salvo *Sequoiadendron*, las paredes transversales del parénquima axial son exclusivamente lisas en *Sequoia*, los radios más altos se presentan en *Taxodium* y *Sequoia*, pero *Sequoia* presenta una mayor cantidad de biseriados.

Anatómicamente, *Taxodium* (Tabla 38) presenta anillos de crecimiento diferenciados (Figura 44 A, C), poco diferenciados también en *T. mucronatum* (Figura 44 B) (Paz y Olvera 1981). De transición abrupta en *T. distichum* (Figura 44 A), aunque se ha descrito también como gradual (Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Jiang *et al.* 2010), y gradual en *T. mucronatum* (Figura 44 C).

Traqueidas de contorno poligonal. Punteaduras dispuestas de manera uniseriada en la pared radial, biseriadas opuestas en las traqueidas de primer crecimiento de *T. distichum* (Figura 44 F). No se han observado, como citan varios autores, multiseriadas en *T. distichum* (Burgerstein 1908; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Jacquiot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Butterfield y Meylan 1980; Barefoot y Hankins 1982; Hoadley 1990; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) ni biseriadas en *T. mucronatum* (Kaeiser 1953; Greguss 1955; Heinz 2004). La presencia de punteaduras radiales biseriadas y multiseriadas se describe como característica del género (Peirce 1936; Phillips 1948; Kaeiser 1953; Lee 2000; IAWA Committee 2004) empleada en la diferenciación entre *Taxodium* y *Sequoia* (Jones 1924). Punteaduras en la pared tangencial, asociadas generalmente a la madera tardía (Figura 44 H) de acuerdo con el resto de autores (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Brown *et al.* 1949; Jacquiot 1955; Harrar 1957; Jane 1970; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010; Tiwari *et al.* 2012). Punteaduras areoladas con toro definido (Figura 44 G). Verrugosidades presentes (Figura 44 I), más marcadas en *T. mucronatum*, carácter descrito a nivel de género por Liese (1965a) y refutado por Xiaomei y Ying (1989). Barras de Sanio en *T. distichum* (Figura 44 F) (Gerry 1910; Esteban *et al.* 1996) y presencia de trabécula en *T. mucronatum* (Figura 44 I). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides.

Parénquima axial presente, distribuido de manera difusa en ambas especies, también tangencial en *T. distichum* (Figura 44 A) y terminal en *T. mucronatum* (Figura 44 C). Paredes transversales lisas e irregulares en *T. mucronatum* (Figura 44 E), y exclusivamente noduladas en *T. distichum*

(Figura 44 D). Kukachka (1960), Peraza y Guindeo (1974) y Hoadley (1990) diferencian *T. distichum* de *Sequoia* y *Cryptomeria* por el tipo de paredes transversales del parénquima axial.

Radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial. Paredes horizontales y finales lisas (Figura 44 Ja) al igual que citan otros autores. No se han observado las paredes finales noduladas descritas por Panshin y Zeeuw (1964) en *T. distichum*. Se ha descrito la presencia de hendiduras en *T. distichum* (Kaeiser 1953; Jacquot 1955; Jiang *et al.* 2010) y *T. mucronatum* (Kaeiser 1953), carácter observado en *T. mucronatum* (Figura 44 Jb).

Punteaduras tipo cupresoide (Figura 44 K), descritas también tipo taxodioide en diversas ocasiones (Brown *et al.* 1949; Kaeiser 1953; Greguss 1955; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Paz y Olvera 1981; Parsa Pajouh y Schweingruber 1985; Hoadley 1990; Lee 2000; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010; Tiwari *et al.* 2012) y observadas en *T. distichum*. Una de las características que permiten diferenciar microscópicamente *Taxodium* de *Sequoia*, según Panshin y Zeeuw (1964) y Hoadley (1990), son las punteaduras exclusivamente cupresoides de *Taxodium*. Frecuentemente entre 1 y 3 por campo, con valores máximos superiores en *T. distichum*.

Radios leñosos uniseriados, parcialmente biseriados sin llegar al 10% del total en *T. mucronatum* (Figura 44 L) como describe Greguss (1955), y como también se describen en *T. distichum* (Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Tiwari *et al.* 2012). La cantidad de radios biseriados diferencia *T. distichum* de *Sequoia*, según Jane (1970), siendo más abundantes en *Sequoia*. Radios leñosos de altura media comprendida entre 5 y 20 células, con máximos próximos a 30 sin llegar a las 60 células citadas por Greguss (1955), Jacquot (1955) y Panshin y Zeeuw (1964) para *T. distichum*. Algunos autores emplean la altura entre 1 y 60 de *Taxodium* para su identificación (Peirce 1936; Jacquot 1955; Peraza 1964; Peraza y Guindeo 1974; Peraza *et al.* 1993; Barefoot y Hankins 1982). La altura de *T. mucronatum* es inferior a la de *T. distichum*, como señala Greguss (1955). No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

Dentro de la antigua Taxodiaceae Bannan (1934) considera tres grupos diferenciados según la estructura de sus radios: *Athrotaxis*, *Taxodium-Cryptomeria* y *Sequoia-Cunninghamia-Taiwania*. Bannan (1934) caracteriza a *Cryptomeria* y *Taxodium* por la presencia de espacios entre las células del radio y la presencia de paredes horizontales punteadas, caracteres no observados en las muestras estudiadas de *Taxodium*.

Láminas género *Taxodium*

Figura 44. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Taxodium*. A, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición abrupta y parénquima axial en distribución difusa y tangencial. *T. distichum*. B, Anillo de crecimiento poco diferenciado, parénquima axial en distribución difusa. *T. mucronatum*. C, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición gradual y parénquima axial en distribución terminal. *T. mucronatum*. D, Pared transversal del parénquima axial nodulada. *T. distichum*. E, Pared transversal del parénquima axial lisa. *T. mucronatum*. F, Punteaduras biseriadas con barras de Sanio. *T. distichum*. G, Toro definido. *T. distichum*. H, Punteaduras en la pared tangencial. *T. distichum*. I, Trabécula con verrugosidades. *T. mucronatum*. J, Pared final lisa (a), hendidura presente (b). *T. mucronatum*. K, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide. *T. distichum*. L, Radios leñosos parcialmente biseriados. *T. mucronatum*. Escalas: A-B-C-L, 100 μm ; D-E-H, 30 μm ; F-J-K, 10 μm ; I, 5 μm .

4.1.27.- Anatomía de la madera del *Tetraclinis* Mast. (1892).

4.1.27.1. *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.

Información general y distribución geográfica

Aaraar, Arrar, Alerce, Barbary arbar-vitae, Bois de Citre, Cedro, Ciprés ramoso, Thuya d'Algérie, Thuya de África, Thuya de Barbarie o Sabina de Cartagena. Presenta una distribución propiamente circunmediterránea, existen grandes masas en las zonas de Marruecos, Argelia y Túnez, y pequeñas poblaciones en España, Chipre y Malta, en altitudes que abarcan desde el nivel del mar hasta 1.800 m de altitud (Farjon 2005). Las poblaciones en el norte de África ocupan casi un millón de hectáreas, con ejemplares de mayor tamaño que los presentes en la Península Ibérica, donde sus masas no presentan más de 600 ha, en su mayoría localizadas en la Sierra de Cartagena y La Unión, en la provincia de Murcia (Ruiz de la Torre y Ceballos 1979).

Catalogada por IUCN (2014) como LC (no amenazada) y de tendencia poblacional decreciente. Las amenazas que afectan a esta especie varían según su región de procedencia. En el norte de África son el pastoreo y la sobreexplotación y en España, Malta y Chipre la urbanización y la competencia frente a otras especies. En España a su vez, sus poblaciones se han visto muy afectadas por los incendios. Debido a su área restringida, las poblaciones de *Tetraclinis* en el sudeste peninsular se encuentran protegidas en el marco legislativo a nivel regional, nacional y europeo. A nivel regional (Decreto 50/2003) está catalogada como Vulnerable, necesitando un Plan de Conservación; a nivel nacional está catalogada como Vulnerable en la Lista Roja Nacional del 2008; y por último, a nivel europeo, su hábitat se encuentra recogido como prioritario dentro del Anexo I de la Directiva Habitat 92/43/CEE. Como tal, buena parte de las poblaciones cartografiadas en 1995 fueron incluidas en diversos Lugares de Interés Comunitario (LIC), que a su vez pasarán a formar parte de la Red NATURA 2000.

Lo más destacado de la madera de *Tetraclinis*, por lo que tiene o ha tenido un importante valor comercial, es la presencia de lupias (Ruiz de la Torre y Ceballos 1979). Se le atribuye su origen a la formación de protuberancias como respuesta a los repetidos incendios y daños. Estas protuberancias presentan una gran cantidad de nódulos y fibras, cuya sección muestra un dibujo de gran belleza en la madera (Ruiz de la Torre y Ceballos 1979; Lincoln 1986; Flynn y Holder 2001; Porter 2006). También se pueden producir artificialmente, presentando entonces manchas negras y rojas, denominada madera de citra (Peraza 1964).

Las lupias se consideran como rizos trenzados y nudos que tienen forma parecida a un ojo de pájaro (Dallimore y Jackson 1923; Rendle 1969a; Brown 1978b; Lincoln 1986; Walker 2005; Porter 2006). Se han descrito diversas formas en las que se presentan como atigrada, de pantera, de pluma de pavo real, o perejil (Flynn y Holder 2001; Walker 2005) con un estilo moteado, de espiral o de onda en la madera (Walker 2005; Porter 2006). Poseen un color característico que varía desde el marrón dorado hasta el rojo anaranjado (Lincoln 1986; Walker 2005; Porter 2006) con alguna tonalidad roja en algunos casos y punteado negro (Peraza 1964; Walker 2005).

La madera de *Tetraclinis*, junto con sus lupias, posee tal valor económico y social que se ha visto incrementado su aprovechamiento en algunas zonas de Marruecos, hasta prácticamente agotar el producto. Debido a las particulares circunstancias de su origen se considera que se necesitarán unos 200 años para que pueda volver a ser económicamente viable en esa zona (Peraza 1964; Ruiz de la Torre y Ceballos 1979).

En el pasado se empleaba en la construcción de puentes, casas y otros elementos urbanísticos. En la actualidad su interés se centra en las lupias y su producción para chapa y ebanistería, con carácter puramente decorativo (Peraza 1964; Rendle 1969a; Brown 1978b; Ruiz de la Torre y Ceballos 1979; Lincoln 1986; Flynn y Holder 2001; Porter 2006).

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast., J. Roy. Hort. Soc. 14: 250 (1892).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Thuja articulata* Vahl, Symb. Bot. 2: 96 (1791).
 - *Cupressus articulata* (Vahl) J.Forbes, Pinet. Woburn.: 191 (1839).
 - *Callitris articulata* (Vahl) H.Karst., Deut. Fl.: 319 (1881).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Callitris quadrivalvis* Rich. & A.Rich. in A.Richard (ed.), Comm. Bot. Conif. Cycad.: 46 (1826).
 - *Cupressus triquetra* Jacques, Ann. Fl. Pomone 5: 259 (1837).
 - *Callitris macrostachya* Steud., Nomencl. Bot., ed. 2, 1: 260 (1840).
 - *Callitris triquetra* Loudon, Encycl. Trees Shrubs: 1072 (1842).
 - *Juniperus cunninghamii* Carrière, Traité Gén. Conif.: 71 (1855).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono pardo rojizo el duramen y una albura de color claro con una tonalidad amarillenta (Dallimore y Jackson 1923; Rendle 1969a; Brown 1978b; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991, 1996; Collardet y Besset 1992; Flynn y Holder 2001; Ruiz de la Torre y Ceballos 1979). Sólo se ha encontrado una referencia en la que se caracteriza su madera de manera general como de color amarillento (Peraza 1964). Olor característico (Dallimore y Jackson 1923; Gaussen 1968; Rendle 1969a; Brown 1978b; Lincoln 1986; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1991, 1996, 2000; Collardet y Besset 1992; Flynn y Holder 2001). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), ocasionalmente poco diferenciados (Barefoot y Hankins 1982; Schweingruber 1990), de transición gradual (Schweingruber 1990). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1996, 2000, 2002), de manera ocasional redondeadas (Peirce 1937; Greguss 1944-7 [1948], 1955) con presencia espacios intercelulares (Greguss 1944-7 [1948], 1955). Las punteaduras areoladas se disponen en general de manera exclusivamente uniseriada (Piccioli 1906; Peirce 1937; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquot 1955; Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 1996, 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000), aunque se citan biseriadas en escasas ocasiones, generalmente en la madera de primer crecimiento (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Esteban *et al.* 1996, 2000, 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Greguss 1944-7 [1948]; Huber y Rouschal 1954; Jacquot 1955; Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1996, 2000, 2002, 2004). Barras de Sanio asociadas generalmente a punteaduras biseriadas (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Gadek *et al.* 2000). Verrugosidades presentes (Cronshaw *et al.* 1961; Peraza 1964; Liese 1965a; Esteban y Guindeo 1988; Schweingruber 1990;

IAWA Committee 2004). Sin engrosamientos helicoidales. Se han citado engrosamientos similares a los callitroides (Jacquiot 1955; Schweingruber 1990). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Peirce 1937; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquiot 1955; Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1996), tangencial (Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 2000, 2004; Heinz 2004) y terminal (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Paredes transversales lisas (Greguss 1944-7 [1948]; Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 1996, 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; IAWA Committee 2004; Heinz 2004), ocasionalmente irregulares (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquiot 1955; Esteban *et al.* 1996). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha descrito la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913; Peirce 1937; Jacquiot 1955). Paredes horizontales lisas (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), punteadas de manera ocasional (Peirce 1937). Paredes finales lisas (Peirce 1937; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoide (Peirce 1937; Huber y Rouschal 1954; Jacquiot 1955; Peraza 1964; Schweingruber 1990; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1996, 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 4 punteaduras por campo (Greguss 1944-7 [1948], 1955; Jacquiot 1955; Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1996, 2000, 2002, 2004). Radios casi exclusivamente uniseriados, salvo en algunas casos donde se observan parcialmente biseriados (Peirce 1937; Greguss 1944-7 [1948], 1955; Huber y Rouschal 1954; Jacquiot 1955; Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988; Esteban *et al.* 1996, 2000, 2002, 2004) de altura comprendida entre 1 y 6 (Piccioli 1906; Esteban *et al.* 1996, 2002), aunque también se han descrito inferiores como entre 2 y 4 (Jacquiot 1955; Peraza 1964; Esteban y Guindeo 1988), y superiores como entre 1 y 15 (Peirce 1937; Greguss 1944-7 [1948]; Greguss 1955; Huber y Rouschal 1954; Schweingruber 1990; Esteban *et al.* 2000, 2004) o entre 16 y 30 (Esteban *et al.* 2000), con un máximo citado de 24 células (Peirce 1937; Esteban *et al.* 1996). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

Las siguiente tabla resume las características observadas en *Tetraclinis articulata*.

Tabla 39. Caracteres anatómicos observados en *Tetraclinis articulata*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Tetraclinis articulata</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-
	Transición abrupta (42)	-
	Transición gradual (43)	X
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	X
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-
	Verrugosidades (60)	X
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	X
	Trabécula	X
Parénquima axial	Presente (72)	X
	Distribución difusa (73)	X
	Distribución tangencial (74)	X
	Distribución terminal (75)	X
	Paredes transversales lisas (76)	X
	Paredes transversales irregulares (77)	(X)
	Paredes transversales noduladas (78)	-
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	-
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	-
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	(X)
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	X
	Entre 5-15 células de altura	X
	Entre 16-30 células de altura	(X)
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	(X)
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	X
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

Aunque está botánicamente relacionada con los cipreses y el género *Thuja*, no debe confundirse su madera con este último género, sobre todo por la presencia de lupias, ni con *Fitzroya*, debido a que en su uso estructural *Tetraclinis* ha sido denominada bajo el nombre de falerce o alerce (Brown 1978b). Ocasionalmente también se puede confundir con la madera de *Sequoia*, pero la de *Tetraclinis* es mucho más densa (Flynn y Holder 2001), o incluso con el género *Callitris*, del que se diferencia por el aroma característico que presenta la sabina mora (Gausсен 1968).

Dentro de los géneros de Cupressaceae presentes en España, *Tetraclinis*, *Cupressus* y *Juniperus*, se han desarrollado diversas claves de identificación (Nájera *et al.* 1960; Peraza 1964; Peraza y Guindeo 1974; Schweingruber 1990). En ellas se diferencia primero *Tetraclinis*, al presentar un rango de punteaduras por campo de cruce inferior a los otros dos géneros, y marcadas verrugosidades en la pared interna de las traqueidas.

La diferencia de color de albura y duramen es característica en *Tetraclinis*. El color pardo rojizo del duramen es similar al de *Sequoia* y *Fitzroya*, incluso presenta veteados similares a estas maderas por sus peculiares y numerosos ojos de perdiz o nudos de pequeño diámetro. Este color rojizo se asemeja al descrito para otras especies de Cupressaceae, denominadas por Ahuja (2009) como “redwoods”, en las que incluye *Sequoia sempervirens*, *Fitzroya cupressoides*, *Metasequoia glyptostroboides*, *Sequoiadendron giganteum*, *Cunninghamia lanceolata* y *Cryptomeria japonica*. Albura de color amarillento. En cuanto a su olor, aunque característico, debe interpretarse con precaución, ya que es similar a otros géneros como *Juniperus* y *Cupressus*. Sin sabor característico.

Anatómicamente, *Tetraclinis* (Tabla 39) presenta anillos de crecimiento diferenciados de transición gradual (Figura 45 A).

Traqueidas de contorno poligonal. No se observan los espacios intercelulares mencionados por Greguss (1955), probablemente porque su descripción incluyó madera de compresión, bastante habitual en los ejemplares procedentes de recepe. Punteaduras areoladas radiales uniseriada, ocasionalmente biseriadas opuestas en la madera de primer crecimiento. Punteaduras presentes en la pared tangencial (Figura 45 C), asociada a la madera final como describen otros autores. Punteaduras areoladas con toro definido. Verrugosidades presentes incluso al microscopio óptico (Figura 45 D), al igual que señalan muchos autores (Cronshaw *et al.* 1961; Peraza 1964; Liese 1965a; Esteban & Guindeo 1988; Schweingruber 1990; IAWA Committee 2004). Cronshaw *et al.* (1961) definen las verrugosidades presentes en *Tetraclinis* de forma esférica, muy semejantes a las encontradas en *Actinostrobus* y *Widdringtonia*. Sin engrosamientos helicoidales. No se observan los engrosamientos callitroides descritos para esta especie (Jacquot 1955; Schweingruber 1990). Barras de Sanio presentes. Trabécula presente.

Parénquima axial presente, de distribución difusa, tangencial (Figura 45 A) y terminal, pudiendo presentarse varios tipos dentro de una misma muestra (Peirce 1937; IAWA Committee 2004). Paredes transversales lisas (Figura 45 B) y ocasionalmente irregulares.

Radiales leñosos compuestos únicamente de parénquima radial, aunque Holden (1931), Peirce (1937) y Jacquot (1955) citan la presencia esporádica de traqueidas radiales. Paredes horizontales lisas (Figura 45 Ea), aunque Peirce (1937) las consideró punteadas. Las paredes finales también son lisas (Figura 45 Eb). Sin hendiduras. Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide (Figura 45 F), siendo el número más frecuente 2 punteaduras por campo de cruce, con máximos presentes entre 3 y 5. Radiales leñosos entre 1 y 15 células de altura, con máximos que pueden alcanzar hasta 23 células. Radiales leñosos uniseriados, ocasionalmente parcialmente biseriados sin llegar al 10% del total.

Tetraclinis carece de canales normales y no se conocen citas de traumáticos. La presencia de canales axiales traumáticos (Figura 45 G, H) en las muestras estudiadas, representa una nueva de cita de este tipo de canales en Cupressaceae, que junto a las realizadas por [Bailey y Faull \(1934\)](#) en *Sequoia sempervirens*, [Jeffrey \(1903\)](#) en *Sequoiadendron* y [Benkova y Schweingruber \(2004\)](#) en *Microbiota*, refuerza la afirmación de la presencia de canales traumáticos en otras familias fuera de Pinaceae, que carecen normalmente de canales. No se han observado inclusiones minerales.

Láminas género *Tetraclinis*

Figura 45. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Tetraclinis*. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual, parénquima en distribución difusa y tangencial. B, Pared transversal del parénquima axial lisa. C, Punteaduras areoladas en la pared tangencial de las traqueidas. D, Verrugosidades. E, Paredes horizontales lisas (a) y finales lisas (b). F, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresioide. G-H, Canal axial traumático. Escalas: A-G-H, 150 μ m; B-D-E-F, 25 μ m.

4.1.28.- Anatomía de la madera del género *Thuja* L. (1753).

El género *Thuja* L. se distribuye de manera disjunta entre el este de Asia, este de Norteamérica y la costa oeste de Norteamérica. Consta de 5 especies (Govaerts y Farjon 2014): *Th. koraiensis* Nakai, *Th. occidentalis* L., *Th. plicata* Donn ex D.Don, *Th. standishii* (Gordon) Carrière y *Th. sutchuensis* Franch.

IUCN (2014) muestra para este género una tendencia poblacional decreciente en *Th. koraiensis*, estable en *Th. plicata*, desconocida en *Th. standishii* y creciente en *Th. occidentalis* y *Th. sutchuensis*. Entre ellas se observa que las especies asiáticas presentan mayores amenazas que las americanas, estando *Th. sutchuensis* catalogada como EN (en peligro), *Th. koraiensis* como VU (vulnerable), *Th. standishii* como NT (amenazada), frente a *Th. occidentalis* y *Th. plicata* catalogadas como LC (sin amenazas).

La taxonomía de este género no se está viendo afectada.

4.1.28.1. *Thuja koraiensis* Nakai

Información general y distribución geográfica

Chao Xiang Ya Bai, Korean Arborvitae, Nioi-nezuko, Nunchaubaeq o Thuja de Asia. Se distribuye en el noroeste de China, Corea del Norte y Corea del Sur, en altitudes comprendidas entre 750 y 1.950 m (Farjon 2005).

Sus poblaciones se ven afectadas por los fuertes vientos. Aunque su tala está prohibida en China, sus poblaciones se ven diezmadas en Corea del Norte. En Corea del Sur muchas de sus poblaciones se encuentran en áreas protegidas.

No se conocen usos comerciales de esta madera.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Thuja koraiensis* Nakai, Bot. Mag. (Tokyo) 33: 196 (1919).
 - Sinónimo taxonómico:
 - *Thuja kongoensis* Doi ex Nakai, Veg. Diamond Mts.: 163 (1918), nom. nud.

Propiedades físicas

No se han encontrado referencias que describan las propiedades físicas de esta especie.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Esteban *et al.* 2002, 2004), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Esteban *et al.* 2002, 2004). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Peirce 1937) y tangencial (Heinz 2004). Paredes transversales irregulares (Peirce 1937; Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Heinz

2004). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937). Paredes horizontales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004) y punteadas (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004), paredes finales lisas (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Con hendiduras (Peirce 1937). Punteaduras tipo cupresioide (Esteban *et al.* 2002, 2004) y taxodioide (Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2004), generalmente entre 1 y 10 (Esteban *et al.* 2002; Heinz 2004). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.28.2. *Thuja occidentalis* L.

Información general y distribución geográfica

Abendlandische Lebensbaum, Albero della Vita Americana, American Arborvitae, Arborvitae, Arbre de Vie de l'Ouest, Atlantic Red Cedar, Balai, Cedar, Cèdre blanc, Cedro Rojo del Atlántico, Cedro Rosso dell'Atlantico, Eastern Arborvitae, Eastern Cedar, Eastern White-cedar, Gemeiner Lebensbaum, Gewone Thuja, Livstrad, Michigan White Cedar, New Brunswick Cedar, Noordamerikaanse Levensboom, Northern White-cedar, Swamp Cedar, Thuier cèdre, Thuja, Thuya de l'Occident, Tuia Occidentale, Tuya, Tuya Occidental, Vanlig Tuja, Vitae, Vit-ceder, Western Thuja o White-cedar. Se distribuye en el noreste de Norteamérica, entre Canadá y Estados Unidos, en altitudes comprendidas entre 150 y 600 m (Farjon 2005).

No se han identificado amenazas que afecten a esta especie. Muchas de sus poblaciones se encuentran dentro de áreas protegidas.

Debido a las propiedades resistentes de su raíz, su madera es empleada en construcciones para exterior como puertas, cercas y vallado. Se sigue empleando en la fabricación de canoas.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ ***Thuja occidentalis* L., Sp. Pl.: 1002 (1753).**

○ Sinónimos nomenclaturales:

- *Thuja procera* Salisb., Prodr. Stirp. Chap. Allerton: 398 (1796), nom. superfl.
- *Thuja theophrasti* Nieuwl., Amer. Midl. Naturalist 2: 284 (1912), nom. superfl.

○ Sinónimos taxonómicos:

- *Thuja occidentalis* var. *variegata* Weston, Bot. Univ. 1: 294 (1770).
- *Thuja odorata* Marshall, Arbust. Amer.: 152 (1785).
- *Thuja variegata* Marshall, Arbust. Amer.: 152 (1785).
- *Thuja obtusa* Moench, Methodus: 691 (1794).
- *Cupressus arborvitae* O.Targ.Tozz., Ann. Mus. Imp. Fis. Firenze, reimpr. 3-5: 71 (1810).
- *Thuja nana* Carrière, Traité Gén. Conif.: 93 (1855), pro syn.
- *Thuja occidentalis* var. *compacta* Carrière, Traité Gén. Conif.: 104 (1855).
- *Thuja occidentalis* var. *robusta* Carrière, Traité Gén. Conif.: 104 (1855).

- *Thuja occidentalis* var. *variegata-aurea* Carrière in H.A.Jacques & F.Hérincq, Man. Gén. Pl. 4:323 (1857).
- *Thuja caucasica* Gordon, Pinetum, Suppl.: 103 (1862).
- *Thuja compacta* Standish ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 103 (1862).
- *Thuja ericoides* Gordon, Pinetum, Suppl.: 91 (1862).
- *Thuja occidentalis* var. *pendula* Gordon, Pinetum, Suppl.: 103 (1862).
- *Thuja sibirica* Gordon, Pinetum, Suppl.: 104 (1862).
- *Thuja tatarica* Gordon, Pinetum, Suppl.: 104 (1862).
- *Thuja vervaeneana* Van Geert ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 103 (1862).
- *Thuja occidentalis* var. *aureovariegata* Henkel & W.Hochst., Syn. Nadelhölz.: 279 (1865).
- *Thuja occidentalis* var. *fastigiata* H.Jaeger, Ziergehloze Gart. Park.: 537 (1865).
- *Thuja occidentalis* var. *aurea* J.Nelson, Pinaceae: 68 (1866).
- *Thuja occidentalis pendula-variegata* J.Nelson, Pinaceae: 68 (1866).
- *Thuja sibirica* var. *pendula* (Gordon) J.Nelson, Pinaceae: 68 (1866).
- *Chamaecyparis boursieri* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 125 (1867), nom. illeg.
- *Retinispora dubia* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 141 (1867).
- *Retinispora meldensis* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 103 (1867).
- *Thuja devriesiana* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 141 (1867), pro syn.
- *Thuja minor* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 110 (1867), pro syn.
- *Thuja occidentalis* var. *cristata* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 111 (1867).
- *Thuja occidentalis ericoides* C.Lawson, Ill. Farmer Gard. Alman. 1867: 102 (1867).
- *Thuja occidentalis pumila* Ed.Otto, Hamburger Garten- Blumenzeitung 23: 162 (1867).
- *Thuja occidentalis* var. *hoveyi* Hoopes, Book Evergr.: 322 (1868).
- *Retinispora ellwangeriana* Carrière, Rev. Hort. (Paris) 41: 349 (1869).
- *Thuja ellwangeriana* Carrière, Rev. Hort. (Paris) 41: 350 (1869).
- *Thuja canadensis* K.Koch, Dendrologie 2(2): 175 (1873).
- *Thuja hoveyi* Gordon, Pinetum, ed. 2: 405 (1875).
- *Thuja occidentalis* var. *alba* Maxwell ex Gordon, Pinetum, ed. 2: 431 (1875).
- *Thuja occidentalis* var. *globosa* Gordon, Pinetum, ed. 2: 405 (1875).
- *Thuja occidentalis* var. *vervaeneana* Gordon, Pinetum, ed. 2: 406 (1875).
- *Thuja plicata* var. *pendula* (Gordon) Gordon, Pinetum, ed. 2: 431 (1875), pro syn.
- *Cupressus nobleana* (Beissn.) Lavallée, Énum. Arbres: 282 (1877).
- *Thuja wareana* var. *lutea* Van Geert, Nursery Cat. (Auguste Van Geert) 76: 27 (1878).
- *Juniperus ericoides* Mast., J. Linn. Soc., Bot. 18: 495 (1881).
- *Retinispora devriesiana* Mast., J. Linn. Soc., Bot. 18: 495 (1881).
- *Thuja occidentalis* var. *lutea* A.H.Kent in H.J.Veitch, Man. Conif.: 262 (1881).

- *Thuja occidentalis* var. *magnifica* Beissn. in H.Jaeger & L.Beissner, Ziergehloze Gart. Park., ed. 2: 500 (1884).
- *Thuja occidentalis* var. *rosenthalii* Beissn. in H.Jaeger & L.Beissner, Ziergehloze Gart. Park., ed. 2: 500 (1884).
- *Thuja occidentalis* f. *aurea* (J.Nelson) Beissn., Handb. Conif.: 8 (1887).
- *Thuja occidentalis* f. *aureovariegata* (Henkel & W.Hochst.) Beissn., Handb. Conif.: 30 (1887).
- *Thuja occidentalis* f. *ellwangeriana* (Carrière) Beissn., Handb. Conif.: 6 (1887).
- *Thuja occidentalis* f. *ericoides* (C.Lawson) Beissn., Handb. Conif.: 6 (1887).
- *Thuja occidentalis* f. *fastigiata* (H.Jaeger) Beissn., Handb. Conif.: 8 (1887).
- *Thuja occidentalis* f. *globosa* (Gordon) Beissn., Handb. Conif.: 8 (1887).
- *Thuja occidentalis* f. *hoveyi* (Hoopes) Beissn., Handb. Conif.: 8 (1887).
- *Thuja occidentalis* f. *ohlendorffii* Beissn., Handb. Conif.: 28 (1887).
- *Thuja occidentalis* f. *vervaeneana* (Gordon) Beissn., Handb. Conif.: 8 (1887).
- *Retinispora troubetzkoyana* auct., Gard. Chron., ser. 3, 7: 108 (1890).
- *Retinispora glaucescens* Hochst. ex Beissn., Handb. Nadelholzk.: 35 (1891).
- *Retinispora keteleeri* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 95 (1891).
- *Retinispora nobleana* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 94 (1891).
- *Retinispora pygmaea* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 97 (1891).
- *Thuja bodmeri* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 42 (1891).
- *Thuja globosa* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 43 (1891).
- *Thuja occidentalis* var. *buchananii* Späth, Preiss-Verz. Pfl. 89: 51 (1891).
- *Thuja occidentalis* var. *douglasii-pyramidalis* Späth, Preiss-Verz. Pfl. 89: 51 (1891).
- *Thuja occidentalis* f. *filicoides* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 43 (1891).
- *Thuja occidentalis* f. *pendula* (Gordon) Beissn., Handb. Laubholzk.: 42 (1891).
- *Thuja occidentalis* f. *pendula-glauc*a Beissn., Handb. Laubholzk.: 42 (1891).
- *Thuja occidentalis* f. *recurva-nana* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 42 (1891).
- *Thuja occidentalis* f. *recurvata* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 42 (1891).
- *Thuja occidentalis* f. *riversii* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 41 (1891).
- *Thuja occidentalis* var. *umbraculifera* Beissn., Möller's Deutsche Gärt.-Zeitung 6: 179 (1891).
- *Thuja occidentalis* f. *viridis* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 41 (1891).
- *Thuja occidentalis* f. *wareana-lutescens* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 40 (1891).
- *Thuja occidentalis* var. *woodwardii* Späth, Preiss-Verz. Pfl. 89: 51 (1891).
- *Thuja occidentalis* var. *plicata* Mast., Gard. Chron., ser. 3, 21: 258 (1897), nom. illeg.

- *Thuja occidentalis* var. *filiformis* Beissn., Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 10: 81 (1901).
- *Thuja occidentalis* var. *douglasii* Rehder in L.H.Bailey, Cycl. Amer. Hort. 4: 1802 (1902).
- *Thuja occidentalis* f. *buchananii* (Späth) Beissn., Handb. Nadelholzk., ed. 2: 506 (1909).
- *Thuja occidentalis* f. *alba* (Maxwell ex Gordon) C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 284 (1913).
- *Thuja occidentalis* f. *cristata* (Carrière) C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 282 (1913).
- *Thuja occidentalis* f. *lutea* (A.H.Kent) C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 283 (1913).
- *Thuja occidentalis* f. *rosenthalii* (Beissn.) C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 281 (1913).
- *Thuja occidentalis* f. *umbraculifera* (Beissn.) C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 281 (1913).
- *Thuja occidentalis* var. *sempervirens* Rehder in L.H.Bailey, Cult. Evergreens: 223 (1923).
- *Thuja occidentalis* f. *mastersii* Rehder, J. Arnold Arbor. 20: 87 (1939).
- *Thuja occidentalis* f. *gaspensis* Vict. & J.Rousseau, Contr. Inst. Bot. Univ. Montréal 36: 11 (1940).
- *Thuja occidentalis* f. *prostrata* Vict. & J.Rousseau, Contr. Inst. Bot. Univ. Montréal 36: 9 (1940).
- *Thuja occidentalis* f. *compacta* (Carrière) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 46 (1949).
- *Thuja occidentalis* f. *filiformis* (Beissn.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 46 (1949).
- *Thuja occidentalis* f. *magnifica* (Beissn.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 46 (1949).
- *Thuja occidentalis* f. *pumila* (Otto) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 46 (1949).
- *Thuja occidentalis* f. *robusta* (Carrière) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 45 (1949).
- *Thuja occidentalis* f. *sempervirens* (Rehder) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 45 (1949).
- *Thuja occidentalis* f. *variegata* (Weston) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 45 (1949).
- *Thuja occidentalis* f. *woodwardii* (Späth) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 46 (1949).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón el duramen (Sargent 1885; Hartig 1890; Piccioli 1906; Record 1934; McElhanney 1935, 1940; Brown *et al.* 1949; Henderson 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Brown 1978a; Core *et al.* 1979; Mullins y McKnight 1981; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 1991; Alden 1997; Guindeo *et al.* 1997; Bergman *et al.* 2010) con tonos rojizos (Edlmann y del Monaco 1981) o amarillentos (Jiang *et al.* 2010), y la albura blanquecina (Sargent 1885; McElhanney 1935, 1940; Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Brown 1978a; Edlmann y del Monaco 1981; Mullins y McKnight 1981; Esteban *et al.* 1991; Alden 1997; Guindeo *et al.*

1997; Bergman *et al.* 2010) o blanco amarillenta (Hartig 1890; Jiang *et al.* 2010). Ocasionalmente descrita de manera general la madera como de color marrón claro (Patterson 1988; Collardet y Besset 1992) o marrón amarillento con tonalidades rojizas (Dallimore y Jackson 1923). Con olor picante característico (Record 1934; McElhanney 1935, 1940; Brown *et al.* 1949; Cecchini 1952; Henderson 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Brown 1978a; Core *et al.* 1979; Edlmann y del Monaco 1981; Mullins y McKnight 1981; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 1991; Collardet y Besset 1992; Alden 1997; Guindeo *et al.* 1997; Jiang *et al.* 2010). Ligero sabor amargo (Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 1991; Guindeo *et al.* 1997; Jiang *et al.* 2010).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Hartig 1890; Piccioli 1906; Brown 1928; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Guindeo *et al.* 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), de transición gradual (Brown 1928; Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.-** Sección transversal de contorno poligonal (Piccioli 1906; Peirce 1937; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), ocasionalmente redondeadas dando lugar a espacios intercelulares (Greguss 1944-7 [1948], 1972). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Piccioli 1906; Bannan 1941; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937; Bannan 1941; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Bannan 1941; Brown *et al.* 1949; Greguss 1972; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Bannan 1941). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Bannan 1941). Muestras en el borde de las punteaduras (Willebrand 1995). Verrugosidades presentes (Kocon 1985). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.-** Presente, de distribución difusa (Brown 1928; Peirce 1937; Bannan 1941; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), también tangencial cuando se presenta de manera abundante (Bannan 1941; Brown *et al.* 1949; Hoadley 1990; Heinz 2004). Ocasionalmente ausente (Panshin y Zeeuw 1964; Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales lisas (IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010), irregulares (Peirce 1937; Bannan 1941) y noduladas (Peirce 1937; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). **Radios leñosos.-** Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913; Bannan 1934; Peirce 1937; Bannan 1941; Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964). Paredes horizontales lisas (Bannan 1934; Bannan 1941; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004), ocasionalmente punteadas (Bannan 1934; Peirce 1937; Bannan 1941; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), y paredes finales lisas (Bannan 1934; Peirce 1937; Bannan 1941; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) y noduladas (Greguss 1944-7 [1948], 1972; Esteban *et al.* 2002, 2004). Con hendiduras (Peirce 1937; Bannan 1941; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoide (Jacquot 1955; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004) y taxodioide (Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004;

Jiang *et al.* 2010), entre 1 y 4 por campo (Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), frecuentemente entre 2 y 3 punteaduras por campo (Esteban *et al.* 2002), pudiendo llegar hasta 6 (Jacquiot 1955). Radios casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937; Bannan 1941; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Jacquiot 1955). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Peirce 1937; Jacquiot 1955; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), generalmente entre 1 y 8 (Piccioli 1906; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964), con un máximo citado de 20 células (Bannan 1941). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.28.3. *Thuja plicata* Donn ex D.Don

Información general y distribución geográfica

Albero della vita di Lobb, Amerikanskt livstrad, Amerikanskt Livstrad, Árbol de la vida, Arborvitae, British Columbia Red Cedar, British Columbia Cedar, California Cedar, Canoe Cedar, Cedar, Cedro Rojo del Pacifico, Cedro Rosso del Pacifico, Columinar Giant Arborvitae, Giant Arbor, Giant Arborvitae, Gian Cedar, Giant thuja, Gigantic Cedar, Gigantic Red Cedar, Grand Arbore de Vie, Idaho Cedar, Jatte-thuja, Lobb's Arborvitae, Northwestern Red Cedar, Oregon Cedar, Pacific Arbor, Pacific Arborvitae, Pacific Red-cedar, Red Cedar, Red Cedar of the West, Red Cedar Pine, Reuzen-thuja, Reuzenthuja, Riesen-lebensbaum, Riesenlebensbaum, Riesenthuja, Shinglewood, Thuja Geant, Thuya de Lobb, Thuya Geant, Thuya Oriental, Tuia Gigantesca, Washington Cedar, Washington Red cedar, Westamerikaanse Levensboom, Western Arborvitae, Western Cedar o Western Red-cedar. Se distribuye en el oeste de Norteamérica, a lo largo de la costa pacífica desde el Sur de Alsaska hasta el norte de California, y en el interior desde el norte de las Montañas Rocosas de la Columbia Británica hasta Idaho y oeste de Montana, en altitudes comprendidas entre 1 y 2.100 m (Farjon 2005).

En las zonas no protegidas sus poblaciones se ven afectadas por la tala y la sustitución por otras especies. Se encuentra en diversos parques nacionales de Canadá y Estados Unidos

Muy empleada en la construcción de cubiertas y tejados. También se usa para revestimientos, construcción de barriles y postes.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Thuja plicata* Donn ex D.Don in A.B.Lambert, Descr. Pinus 2: 19 (1824).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Thuja occidentalis* var. *plicata* (Donn ex D.Don) Loudon ex Hoopes, Book Evergr.: 321 (1868).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Thuja gigantea* Nutt., J. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 7: 52 (1834).
 - *Thuja wareana* Lodd. ex Loudon, Arbor. Frutic. Brit. 4: 2654 (1838).
 - *Thuja menziesii* Douglas ex Endl., Syn. Conif.: 52 (1847).
 - *Thuja lobbiana* Gordon, Pinetum: 323 (1858).
 - *Thuja lobbii* Gordon, Pinetum: 323 (1858).
 - *Libocedrus craigiana* H.Low ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 102 (1862), nom. inval.
 - *Libocedrus gigantea* H.Low ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 102 (1862), nom. inval.

- *Thuja asplenifolia* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 106 (1867), pro syn.
- *Thuja menziesii* var. *fastigiata* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 197 (1867).
- *Thuja douglasii* Nutt. ex Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 457 (1868), pro syn.
- *Thuja californica* K.Koch, Dendrologie 2(2): 177 (1873).
- *Thuja gigantea* var. *atrovirens* Gordon, Pinetum, ed. 2: 430 (1875).
- *Thuja wareana* var. *aurea* Pynaert, Nursery Cat. (Éd. Pynaert - Van Geert) 1886: 15 (1886).
- *Thuja flabellata* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 42 (1891).
- *Thuja lycopodioides* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 44 (1891).
- *Thuja plicatilis* Beissn., Handb. Nadelholzk.: 44 (1891).
- *Thuja plicata* var. *penduliformis* Sudw., Bull. Div. Forest. U.S.D.A. 14: 73 (1897), nom. nud.
- *Thuja gigantea* var. *pendula* Beissn., Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 11: 74 (1902).
- *Thuja plicata* f. *fastigiata* (Carrière) C.K.Schneid. in E.E.Silva Tarouca, Uns. Freil.-Nadelhölzer: 285 (1913).
- *Thuja plicata* f. *atrovirens* (Gordon) O.L.Lipa, Dendrofl. URSR 1: 142 (1939).
- *Thuja plicata* f. *pendula* (Beissn.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 47 (1949).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón oscuro (Sargent 1885; Stone 1904; Jones 1924; McElhanney 1935, 1940; Cox 1939; Brown *et al.* 1949; Cecchini 1952; Harrar 1957; Henderson 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Rendle 1969b; Brown 1978a, 1978b; Core *et al.* 1979; Mullins y McKnight 1981; Lincoln 1986; Patterson 1988; Hoadley 1990; Collardet y Besset 1992; Alden 1997; Guindeo *et al.* 1997; Walker 2005; Bergman *et al.* 2010; Jiang *et al.* 2010) de tonalidad rojiza (Sargent 1885; Stone 1904; Dallimore y Jackson 1923; Record 1934; Cox 1939; McElhanney 1940; Brown *et al.* 1949; Cecchini 1952; Harrar 1957; Henderson 1957; Gottwald 1958; Panshin y Zeeuw 1964; Brown 1978a, 1978b; Core *et al.* 1979; Mullins y McKnight 1981; Lincoln 1986; Hoadley 1990; Collardet y Besset 1992; Carvalho 1996; Alden 1997; Guindeo *et al.* 1997; Flynn y Holder 2001; Walker 2005; Bergman *et al.* 2010) o rosada (Record 1934; McElhanney 1935, 1940; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Rendle 1969b; Brown 1978a, 1978b; Core *et al.* 1979; Mullins y McKnight 1981; Lincoln 1986; Patterson 1988; Alden 1997; Flynn y Holder 2001; Walker 2005; Bergman *et al.* 2010) el duramen, ocasionalmente descrito como amarillento (Cecchini 1952; Collardet y Besset 1992; Guindeo *et al.* 1997), y la albura blanquecina (Sargent 1885; Jones 1924; Record 1934; Cox 1939; Brown *et al.* 1949; Cecchini 1952; Henderson 1957; Gottwald 1958; Panshin y Zeeuw 1964; Brown 1978a, 1978b; Collardet y Besset 1992; Alden 1997; Guindeo *et al.* 1997; Walker 2005; Bergman *et al.* 2010; Jiang *et al.* 2010) o blanco amarillenta (McElhanney 1935, 1940; Harrar 1957; Mullins y McKnight 1981; Carvalho 1996; Jiang *et al.* 2010). Olor característico a cedro (Dallimore y Jackson 1923; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Brown 1978a, 1978b; Core *et al.* 1979; Mullins y McKnight 1981; Patterson 1988; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 1991; Guindeo *et al.* 1997; Flynn y Holder 2001; Jiang *et al.* 2010). Leve sabor amargo (Brown *et al.*

1949; Panshin y Zeeuw 1964; Brown 1978a, 1978b; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 1991; Guindeo *et al.* 1997; Jiang *et al.* 2010).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Sargent 1885; Penhallow 1907; Jones 1924; Brown 1928; Metcalfe 1931; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Henderson 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Lincoln 1986; De y Datta 1987; Carvalho 1996; Wagenführ 1996; Guindeo *et al.* 1997; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004; Walker 2005; Jiang *et al.* 2010), de transición abrupta (Metcalfe 1931; Record 1934; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Jiang *et al.* 2010) o gradual (Penhallow 1907; Brown 1928; Wagenführ 1996; Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Penhallow 1907; Peirce 1937; Harrar 1957; De y Datta 1987; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Penhallow 1907; Record 1934; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; De y Datta 1987; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Penhallow 1907; Record 1934; Peirce 1937; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1907; Metcalfe 1931; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (De y Datta 1987). Depósitos en las traqueidas longitudinales (Barefoot y Hankins 1982). Muestras en el borde de las punteaduras (Heinz 2004). Verrugosidades presentes (Kocon 1985). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Peirce 1937; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Barefoot y Hankins 1982; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Wagenführ 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010) y tangencial (Penhallow 1907; Brown 1928; Record 1934; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Barefoot y Hankins 1982; Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), irregulares (Peirce 1937; Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). **Radiales leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913; Jones 1924; Peirce 1937; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Wagenführ 1996; Jiang *et al.* 2010). Paredes horizontales lisas (Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010) y punteadas (Penhallow 1907; Peirce 1937; Jacquot 1955; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), paredes finales lisas (Penhallow 1907; Jones 1924; Peirce 1937; Jacquot 1955; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Peirce 1937; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; IAWA Committee 2004; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresoide (Jacquot 1955; De y Datta 1987; Carvalho 1996) y taxodioide (Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), entre 1 y 4 por campo (Penhallow 1907; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2000, 2002; Jiang *et al.* 2010), frecuentemente entre 1 y 2 (Harrar 1957; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 6 (Jacquot 1955). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937; Carvalho 1996; Jiang *et al.* 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Jones 1924; Peirce 1937; Brown *et al.* 1949; Jacquot 1955; Metcalfe 1931; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Carvalho 1996; Esteban *et al.* 2000, 2002,

2004; Jiang *et al.* 2010), generalmente entre 1 y 6 (De y Datta 1987; Esteban *et al.* 2002), con máximos citados de 20 células (Metcalf 1931). **Canales resiníferos.**- Canales horizontales presentes (De y Datta 1987). **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.28.4. *Thuja standishii* (Gordon) Carrière

Información general y distribución geográfica

Japanese Arborvitae, Kurobe, Nezu, Nezuko o Thuja japonesa. Se distribuye en Japón en las provincias de Honshy y Shikoku, en altitudes comprendidas entre 500 y 2.000 m (Farjon 2005).

Sus poblaciones se ven afectadas por la tala. Presente en muchas áreas protegidas.

Durante el periodo feudal en Japón, se establecieron *Ch. obtusa*, *Ch. pisifera*, *Sciadopitys verticillata*, *Th. standishii* y *Thujopsis dolabrata* como los cinco árboles sagrados de Kiso. Plantadas alrededor de los sitios más emblemáticos de Japón, se caracterizan por poseer una madera de alta calidad, tradicionalmente empleada en la construcción de palacios, templos, santuarios y teatros.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Thuja standishii* (Gordon) Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 108 (1867).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Thujopsis standishii* Gordon, Pinetum, Suppl.: 100 (1862).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Thuja japonica* Maxim., Bull. Acad. Imp. Sci. Saint-Pétersbourg 10: 490 (1866).
 - *Thuja gigantea* var. *japonica* (Maxim.) Franch. & Sav., Enum. Pl. Jap. 1(2): 469 (1875).
 - *Thuja odorata* Doi, Bot. Mag. (Tokyo) 29: 423 (1915), nom. illeg.

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color marrón (Kanehira 1921b; Dallimore y Jackson 1923; Esteban *et al.* 1991; Jiang *et al.* 2010) con un tono amarillento (Kanehira 1921b; Jiang *et al.* 2010) el duramen y la albura blanquecina (Kanehira 1921b; Esteban *et al.* 1991) o amarillenta (Jiang *et al.* 2010). Olor característico a ciprés (Jiang *et al.* 2010). Ligero sabor amargo (Jiang *et al.* 2010).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1907; Hayashi 1991; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), de transición abrupta (Hayashi 1991) o gradual (Penhallow 1907; Jiang *et al.* 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Penhallow 1907; Kanehira 1921b; Hayashi 1991; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Penhallow 1907; Kanehira 1921b; Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1907; Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010). Depósitos en las traqueidas longitudinales (Barefoot y Hankins 1982). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Escaso (Esteban *et al.* 2002, 2004; Jiang *et al.* 2010), de distribución difusa

(Penhallow 1907; Kanehira 1921b; Peirce 1937; Hayashi 1991), tangencial (Hayashi 1991; Heinz 2004) y terminal (Jiang *et al.* 2010). Paredes transversales lisas (Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), irregulares (Peirce 1937; Heinz 2004) y también noduladas (Peirce 1937; Hayashi 1991; Gadek *et al.* 2000; Heinz 2004; IAWA Committee 2004). **Radiales leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales (Penhallow 1907; Peirce 1937; Kobayashi 1956). Paredes horizontales lisas (Heinz 2004) y punteadas (Penhallow 1907; Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010), paredes finales lisas (Penhallow 1907; Kanehira 1921b; Peirce 1937; Gadek *et al.* 2000; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang *et al.* 2010). Con hendiduras (Kanehira 1921b; Peirce 1937; Jiang *et al.* 2010). Punteaduras tipo cupresioide (Esteban *et al.* 2002, 2004) y taxodioide (Jiang *et al.* 2010), frecuentemente entre 1 y 2 punteaduras por campo (Penhallow 1907; Kanehira 1921b; Esteban *et al.* 2002, 2004), o entre 2 y 4 (Jiang *et al.* 2010), pudiendo llegar hasta 8 (Penhallow 1907). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Kanehira 1921b; Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004), generalmente entre 1 y 5 (Hayashi 1991; Esteban *et al.* 2002), con un máximo descrito de 20 células (Jiang *et al.* 2010). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.28.5. *Thuja sutchuenensis* Franch.

Información general y distribución geográfica

Thuja de Asia o Ya Bai Shu. Se distribuye en pequeñas localidades de China, en altitudes comprendidas entre 800 y 2.100 m (Farjon 2005).

Su precaria situación se debe principalmente a la tala sufrida a finales del siglo XX. Actualmente se encuentra dentro de reservas naturales como las de Dabashan Nature Reserve y Xuebaoshan Nature Reserve.

Madera empleada a nivel local para la construcción de casas y tejados, también para la fabricación de cajas fúnebres.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ *Thuja sutchuenensis* Franch., J. Bot. (Morot) 13: 262 (1899).
 - No tiene sinónimos

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera. Dallimore y Jackson (1923) la describen con albura y duramen diferenciados, de color marrón rojizo el duramen y albura más clara. Microscópicamente Tang *et al.* (2005) describen brevemente esta madera con anillos de crecimiento diferenciados, punteaduras areoladas en la pared radial dispuestas de manera uniseriada y con toro definido, presencia escasa de verrugosidades, parénquima axial presente de distribución tangencial y terminal, radiales leñosos uniseriados de 1 a 11 células de altura, con paredes finales noduladas, hendiduras presentes y punteaduras de los campos de cruce tipo taxodioide entre 2 y 6 punteaduras por campo.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en las especies del género *Thuja*.

RESULTADOS

Tabla 40. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Thuja*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

Características anatómicas		Thuja koriaensis	Thuja occidentalis	Thuja plicata	Thuja standishii	Thuja sutchuensis
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X	X	X	X	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-	-	-	-	-
	Transición abrupta (42)	X	-	-	X	X
	Transición gradual (43)	-	X	X	-	-
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-	-	-	-	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X	X	X	X	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	-	-	(X)	(X)	(X)
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	-	-	(X)	(X)	(X)
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-	-	-	-	-
	Punteaduras tangenciales	X	X	X	X	X
	Depósitos (48)	-	-	-	-	-
	Espacios intercelulares (53)	-	-	-	-	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	-	-	-	-	-
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-	-	-	-	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-	X	-	-	-
	Verrugosidades (60)	X	X	X	X	X
	Engrosamientos helicoidales (61)	-	-	-	-	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-	-	-	-	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-	-	-	-	-
	Trabécula	X	-	-	X	-
Parénquima axial	Presente (72)	-	-	(X)	-	(X)
	Distribución difusa (73)			-		X
	Distribución tangencial (74)			X		-
	Distribución terminal (75)			-		-
	Paredes transversales lisas (76)			-		-
	Paredes transversales irregulares (77)					X
	Paredes transversales noduladas (78)					X
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-	-	-	-	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X	X	X	X	X
	Paredes finales lisas (85)	X	X	X	X	X
	Paredes finales noduladas (86)	-	-	-	-	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X	X	X	X	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-	-	-	-	-
	Hendiduras (89)	X	X	X	X	X
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-	-	-	-	-
	Cupresoides (93)	-	X	X	X	X
	Taxodioides (94)	X	X	X	X	X
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-	-	-	-	-
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X	X	X	X	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-	-	-	-	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	X	X	-	-	X
	Entre 5-15 células de altura	(X)	(X)	X	X	(X)
	Entre 16-30 células de altura	-	-	-	-	-
	>30 células de altura	-	-	-	-	-
	Uniseriados (107)	X	X	X	X	X
	Parcialmente biseriados (108)	-	-	-	-	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-	-	-	-	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-	-	-	-	-

Anatomía comparada

Las claves de identificación existentes no son completas, al no incluir la totalidad de las especies del género. Frecuentemente aparecen únicamente *Th. occidentalis* y *Th. plicata* (Record 1934; Jacquot 1955; Peraza 1964; Core *et al.* 1979; Peraza *et al.* 1993; Carvalho 1996). Considerando que el género *Thuja* presenta punteaduras del campo de cruce tanto tipo cupresoide como taxodioide, en algunas claves aparecen dos entradas (Jacquot 1955; Peraza 1964; Peraza *et al.* 1993).

Dentro del género se consideran como maderas semejantes *Th. koriaensis* y *Th. standishii* (Esteban *et al.* 1991), y también *Th. plicata* y *Th. standishii* (Phillips 1948), pero se señala en mayor medida la relación existente entre *Th. occidentalis* y *Th. plicata* (Penhallow 1896; Brown *et al.* 1949; Henderson 1957; Gottwald 1958; Panshin y Zeeuw 1964; Greguss 1972; Brown 1978a, 1978b; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990). *Th. plicata* y *Th. occidentalis* se diferencian macroscópicamente por el color y el sabor (Kukachka 1960; Core *et al.* 1979), y microscópicamente por el tipo de transición dentro del anillo de crecimiento, siendo gradual en *Th. occidentalis* (Record 1934; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990), aunque evidentemente este carácter es poco sólido, o por la altura de los radios leñosos, siendo superior en *Th. plicata* (Greguss 1972).

Frente a otras especies de Cupressaceae, *Th. occidentalis* es a menudo confundida con *Ch. thyoides* (Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990) o *Ch. formosensis* (Panshin y Zeeuw 1964; Brown 1978a), y *Th. plicata* con *Cal. decurrens* (Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990), *Cryptomeria* (Carvalho 1996) o *Fitzroya* (Phillips 1948; Patterson 1988).

Th. occidentalis se diferencia de *Ch. thyoides* por el color de su madera, de color rosado en *Ch. thyoides* y de color amarillento en *Th. occidentalis* (Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990). Además Hoadley (1990) señala la presencia ocasional de paredes transversales y finales noduladas en *Th. occidentalis*, siendo las punteaduras de campo de cruce exclusivamente tipo cupresoide en *Ch. thyoides*. Kukachka (1960) considera semejante el olor de *Ch. thyoides* y *Th. occidentalis*. Howard (1920) caracteriza el olor de *Ch. formosensis* distinto al típico olor a cedro, siendo lo suficientemente fuerte para diferenciarlo de *Th. occidentalis* según Panshin y Zeeuw (1964) y Brown (1978a).

Th. plicata se diferencia de *Cal. decurrens* macroscópicamente por el olor y sabor de *Cal. decurrens* (Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990), y microscópicamente por la escasa presencia de parénquima axial en *Th. plicata*, también por el tipo de punteaduras en el campo de cruce y la presencia de paredes finales noduladas en *Cal. decurrens* (Hoadley 1990). Finalmente *Th. plicata* y *Cryptomeria* se diferencian macroscópicamente por el color de su madera y la ausencia de aroma en *Cryptomeria*, y microscópicamente por la ausencia o escasa presencia de parénquima en *Th. plicata*, la mayor altura de los radios leñosos de *Cryptomeria*, y aunque ambas presentan punteaduras de los campos de cruce taxodioide, *Th. plicata* también presenta tipo cupresoide (Carvalho 1996). También por el olor se diferencia *Th. plicata* de *Sequoia* (Stone 1904, 1920; Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990) y *Sequoiadendron* (Stone 1904).

La diferenciación de la madera de *Cupressus* frente a otros géneros de Cupressaceae como *Juniperus*, *Chamaecyparis* y *Thuja* es complicada. Jones (1924) describe que los géneros

Cupressus, *Thuja* y *Juniperus* son muy difíciles de distinguir microscópicamente, al componerse de varias especies cuyas características anatómicas varían entre ellas. Se establece como posible separación la tipología de las paredes finales del parénquima radial, siendo exclusivamente lisas en *Thuja* (Jones 1924).

Según Penhallow (1896) los géneros *Calocedrus*, *Cupressus*, *Thuja* y *Juniperus*, propios de Norteamérica, forman un grupo homogéneo, donde algunas de las características que los agrupan son la presencia de parénquima axial, la ausencia de canales resiníferos, y la presencia de paredes finales noduladas en el parénquima radial. Entre ellos se pueden diferenciar *Calocedrus* y *Juniperus* por la distribución tangencial del parénquima axial, siendo en *Thuja* y *Cupressus* difusa, no estando presente en todos los anillos de crecimiento.

La diferenciación entre *Thuja* y *Chamaecyparis* es complicada según Jane (1970), considerándose la presencia de mayor parénquima axial y punteaduras tipo cupressoide de *Chamaecyparis* como significativas, frente a la escasa presencia de parénquima y punteaduras también tipo taxodioide en *Thuja*.

Phillips (1948) considera semejantes las maderas de *Th. plicata* y *Th. standishii* con las de *Cryptomeria*, *Cu. lanceolata*, *L. bidwillii* y *Sequoia*, diferenciándose *Thuja* del resto por el parénquima axial escaso o ausente y la presencia de hendiduras en los radios. Mientras que Cecchini (1952) establece un grupo homogéneo el formado por *Th. occidentalis*, *Th. plicata*, *Cal. decurrens* y *Platycladus orientalis*.

Esporádicamente se describe la madera de *Th. occidentalis* similar a la del género *Juniperus* (Hartig 1890), y la de *Th. plicata* a *Sequoia* (Flynn y Holder 2001), diferenciada fácilmente de esta última por la ausencia de olor (Stone 1904, 1920; Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990).

Género caracterizado por presentar albura y duramen diferenciados, el duramen de color marrón con tonalidades rojizas o amarillentas y la albura de color amarillento o blanquecino. Olor característico semejante a *Glyptostrobus* (Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003) y leve sabor amargo. Las claves de identificación de Record (1934) y Core *et al.* (1979) incorporan *Thuja* dentro del grupo de maderas olorosas, caracterizando *Cal. decurrens*, *Ch. thyoides* y *Th. occidentalis* como picantes.

Anatómicamente se observa una gran homogeneidad dentro del género *Thuja* (Tabla 40). Presenta anillos de crecimiento diferenciados (Figura 46 A, B), de transición gradual en *Th. occidentalis* (Figura 46 B) y *Th. plicata*, y abrupta en *Th. koriaensis* (Figura 46 A), *Th. standishii* y *Th. sutchuensis*. El tipo de transición tiene un limitado valor diagnóstico, por su variabilidad dentro de una misma muestra y entre distintas muestras de una especie (IAWA Committee 2004). Debido a ello la diferenciación entre *Th. occidentalis* y *Th. plicata* por el tipo de transición como establecen Record (1934), Core *et al.* (1979) y Hoadley (1990) no es significativa.

Traqueidas de contorno poligonal, ocasionalmente descrito con las esquinas redondeadas dando lugar a espacios intercelulares en *Th. occidentalis* (Greguss 1944-7 [1948], 1972). Punteaduras areoladas dispuestas de manera uniseriada y biseriada opuesta de manera ocasional en tres de las cinco especies (Figura 46 F). Presencia de punteaduras en la pared tangencial asociadas generalmente a la madera tardía (Figura 46 D) de acuerdo con el resto de autores. No se han observado barras de Sanio como las descritas en *Th. occidentalis* (Bannan 1941) y *Th. plicata* (De y Datta 1987). No se observan depósitos en las traqueidas, descritos en *Th. plicata* (Barefoot y Hankins 1982) y *Th. standishii* (Barefoot y Hankins 1982). Este género se caracteriza por no presentar punteaduras areoladas con toro definido (Figura 46 G) (Bannan 1941; Bauch *et al.* 1972;

Gadek *et al.* 2000; IAWA Committee 2004), aunque se ha descrito como ocasional en *Th. occidentalis* (Bannan 1941) y *Th. sutchuensis* (Tang *et al.* 2005). Muestras en el borde de las punteaduras de *Th. occidentalis*. No se observan en *Th. plicata* (Heinz 2004). Presencia de verrugosidades en todas las especies. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente en *Th. koriaensis* y *Th. standishii* (Figura 46 H).

Parénquima axial ausente, escaso con distribución difusa en *Th. sutchuensis* y tangencial en *Th. plicata* (Figura 46 C), paredes transversales irregulares y noduladas en *Th. sutchuensis* (Figura 46 E), no pudiéndose evaluar en *Th. plicata*. Este género se caracteriza por presentar distribución tangencial (IAWA Committee 2004), ocasionalmente difusa en tres de las especies y esporádicamente terminal en *Th. standishii* (Jiang *et al.* 2010) y *Th. sutchuensis* (Tang *et al.* 2005).

Radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial. Se han descrito traqueidas radiales de manera ocasional para este género (Holden 1913; Belyea 1919; Jones 1924; Bannan 1934; Peirce 1937). En todas las muestras estudiadas se observan paredes horizontales y finales lisas (Figura 46 I), con hendiduras (Figura 46 J) de acuerdo con el resto de autores. Únicamente se describe la presencia de paredes finales noduladas en *Th. occidentalis* y *Th. sutchuensis* (Tang *et al.* 2005), carácter no observado en las muestras estudiadas. Dentro de cupresáceas, Barefoot y Hankins (1982) describen la presencia de hendiduras como un carácter identificativo para los géneros *Cryptomeria*, *Cunninghamia*, *Cupressus*, *Glyptostrobus*, *Juniperus*, *Thuja* y *Thujopsis*.

Las punteaduras de los campos de cruce son generalmente tipo taxodioide (Figura 46 L), aunque también se observan tipo cupresioide (Figura 46 K), con un rango observado entre 1 y 3 punteaduras. *Platyclusus orientalis* pertenecía antiguamente al género *Thuja* (*Th. orientalis*) diferenciándose principalmente del resto por la presencia de punteaduras del campo de cruce exclusivamente tipo cupresioide (Phillips 1948). Radios leñosos uniseriados, descritos de manera ocasional como biseriados (Peirce 1937; Bannan 1941; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Jacquot 1955; Carvalho 1996; Jiang *et al.* 2010). Se observa un rango inferior de altura de los radios en *Th. koriaensis*, *Th. occidentalis* y *Th. sutchuensis*, describiéndose máximos de hasta 20 células en *Th. occidentalis* (Bannan 1941) y *Th. plicata* (Metcalf 1931). Bannan (1941) describe la presencia de radios anormales, como los citados en *Libocedrus*, *Juniperus* y *Chamaecyparis* (Bannan 1950), caracterizados por presentar una mayor altura y distinta disposición de las células que los componen.

No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales, aunque se describe la presencia de canales horizontales en la madera de *Th. plicata* (De y Datta 1987).

Láminas género *Thuja*

Figura 46. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Thuja*. A, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición abrupta. *Th. koraiensis*. B, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición gradual. *Th. occidentalis*. C, Parénquima axial en distribución tangencial. *Th. plicata*. D, Punteaduras en la pared tangencial. *Th. plicata*. E, Pared transversal del parénquima axial nodulada. *Th. sutchuensis*. F, Punteaduras radiales biseriadas. *Th. plicata*. G, Punteadura areolada sin toro definido. *Th. occidentalis*. H, Trabécula. *Th. standishii*. I, Pared final lisa. *Th. standishii*. J, Hendidura. *Th. standishii*. K, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide. *Th. sutchuensis*. L, Punteaduras del campo de cruce tipo taxodioide. *Th. koraiensis*. Escalas: A-B-C, 100 μm ; D, 25 μm ; E, 20 μm ; F, 50 μm ; G, 5 μm ; H-I-J-K-L, 10 μm .

4.1.29.- Anatomía de la madera del género *Thujopsis* Siebold & Zucc. ex Endl. (1842).

4.1.29.1. *Thujopsis dolabrata* (Thunb. ex L. f.) Siebold & Zucc.

Información general y distribución geográfica

Asuhi, Asurano o Hiba. Se distribuye en Japón, en altitudes comprendidas entre 300 y 1.800 m, aunque se han encontrado poblaciones entre 200 y 2.100 m de altitud (Farjon 2005).

Catalogada por IUCN (2014) como LC (no amenazada) y de tendencia poblacional estable. No presenta ninguna amenaza definida. Muchas de sus poblaciones se encuentran en áreas protegidas.

Durante el periodo feudal en Japón, se establecieron *Ch. obtusa*, *Ch. pisifera*, *Sciadopitys verticillata*, *Th. standishii* y *Thujopsis dolabrata* como los cinco árboles sagrados de Kiso. Plantadas alrededor de los sitios más emblemáticos de Japón, se caracterizan por poseer una madera de alta calidad, tradicionalmente empleada en la construcción de palacios, templos, santuarios y teatros.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Thujopsis dolabrata* (L.f.) Siebold & Zucc., Fl. Jap. 2: 34 (1844).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Thuja dolabrata* L.f., Suppl. Pl.: 420 (1782).
 - *Platycladus dolabrata* (L.f.) Spach, Hist. Nat. Vég. 11: 337 (1841).
 - *Libocedrus dolabrata* (L.f.) J.Nelson, Pinaceae: 65 (1866).
- ✓ ***Thujopsis dolabrata* var. *dolabrata*.**
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Thujopsis dolabrata* var. *nana* Endl., Syn. Conif.: 54 (1847).
 - *Thujopsis dolabrata* var. *variegata* Fortune, Gard. Chron. 1861: 735 (1861).
 - *Thujopsis laetevirens* Lindl., Gard. Chron. 1861: 56 (1861).
 - *Thujopsis atrovirens* Lavallée, Énum. Arbres: 279 (1877).
 - *Thujopsis dolabrata* var. *latifolia* Lavallée, Énum. Arbres: 278 (1877).
 - *Thujopsis dolabrata* f. *nana* (Endl.) Beissn., Handb. Conif.: 9 (1887).
 - *Thujopsis dolabrata* f. *variegata* (Fortune) Beissn., Handb. Conif.: 9 (1887).
 - *Thujopsis dolabrata* f. *decumbens* Beissn., Handb. Laubholzk.: 53 (1891).
 - *Thujopsis dolabrata* var. *australis* A.Henry in H.J.Elwes & A.Henry, Trees Great Britain 2: 202 (1907).
- ✓ ***Thujopsis dolabrata* var. *hondae* Makino, Bot. Mag. (Tokyo) 15: 104 (1901).**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Thujopsis dolabrata* subsp. *hondae* (Makino) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 19 (2006).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, de color entre amarillo dorado (Kanehira 1921b; Esteban et al. 1991, 1996) y gris amarillento (Esteban et al. 1991, 1996) el duramen, y la albura blanco

amarillenta (Kanehira 1921b; Esteban et al. 1991, 1996). Descrita de manera general la madera como amarillenta (Dallimore y Jackson 1923; Gaussen 1968; Collardet y Besset 1992; IAWA Committee 2004; Jiang et al. 2010) ligeramente rosa (Gaussen 1968). Olor característico (Kanehira 1921b; Dallimore y Jackson 1923; IAWA Committee 2004; Jiang et al. 2010). No presenta sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Penhallow 1907; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Hayashi 1991; Sugawa y Fujii 1993; Esteban et al. 1996, 2002, 2004; Ohtani 2000; Heinz 2004; Jiang et al. 2010), de transición gradual (Penhallow 1907; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Hayashi 1991; Ohtani 2000; Jiang et al. 2010). Presencia ocasional de falsos anillos de crecimiento (Jiang et al. 2010). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Penhallow 1907; Peirce 1937; Gaussen 1968; Esteban et al. 1996, 2002, 2004; Jiang et al. 2010) ocasionalmente redondeado (Greguss 1972). Las punteaduras areoladas se disponen en general exclusivamente de manera uniseriada (Burgerstein 1908; Gerry 1910; Kanehira 1921b; Greguss 1944-7 [1948]; Hayashi 1991; Esteban et al. 1996, 2002, 2004; Gadek et al. 2000; Ohtani 2000; Jiang et al. 2010), aunque ocasionalmente aparecen biseriadas, generalmente en la madera de primer crecimiento (Peirce 1937; Greguss 1944-7 [1948]; Esteban et al. 1996, 2002, 2004; Ohtani 2000; Heinz 2004; Jiang et al. 2010). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociadas a la madera tardía (Penhallow 1907; Burgerstein 1908; Metcalfe 1931; Greguss 1972; Esteban et al. 1996, 2002, 2004; Ohtani 2000; Jiang et al. 2010). Barras de Sanio asociadas generalmente alrededor de las punteaduras biseriadas (Gerry 1910; Esteban et al. 1996, 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas sin toro definido (Bauch et al. 1972; Gadek et al. 2000; IAWA Committee 2004). Extensiones de toro presentes (Willebrand 1995). Muecas en el borde (Heinz 2004). Verrugosidades presentes (Greguss 1944-7 [1948]; Liese 1965a; Kocon 1985; Ohtani 2000; IAWA Committee 2004). Engrosamientos helicoidales (Greguss 1944-7 [1948]). Sin engrosamientos callitroides. Trabécula (Esteban et al. 2002, 2004). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Penhallow 1907; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Hayashi 1991; Ohtani 2000; Esteban et al. 2002, 2004; Jiang et al. 2010) y tangencial (Kanehira 1921b; Hayashi 1991; Esteban et al. 1996, 2002, 2004; Ohtani 2000; Heinz 2004; Jiang et al. 2010). Paredes transversales lisas (Penhallow 1907; Greguss 1972), irregulares (Heinz 2004) y noduladas (Peirce 1937; Greguss 1972; Gadek et al. 2000; Heinz 2004; IAWA Committee 2004; Jiang et al. 2010). **Radiales leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha descrito la presencia esporádica de traqueidas radiales (Holden 1913; Peirce 1937; Kobayashi 1956; Heinz 2004; IAWA Committee 2004). Paredes horizontales lisas (Heinz 2004) y punteadas (Kanehira 1921b; Peirce 1937; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Esteban et al. 2002, 2004; Heinz 2004; Jiang et al. 2010), paredes finales lisas (Kanehira 1921b; Peirce 1937; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Esteban et al. 1996, 2002, 2004; Gadek et al. 2000; Heinz 2004; Jiang et al. 2010). Con hendiduras (Peirce 1937; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Barefoot y Hankins 1982; Ohtani 2000). Punteaduras tipo cupresoide (Peirce 1937; Esteban et al. 1996, 2002, 2004; Jiang et al. 2010), y taxodioide (Ohtani 2000; Jiang et al. 2010), entre 2 y 4 punteaduras por campo (Burgerstein 1908; Ohtani 2000; Jiang et al. 2010), frecuentemente entre 1 y 3 (Kanehira 1921b; Esteban et al. 1996, 2002, 2004; Jiang et al. 2010). Radiales casi exclusivamente uniseriados, ocasionalmente biseriados en parte (Peirce 1937; Greguss 1972; Esteban et al. 2002, 2004; Jiang et al. 2010). De altura comprendida entre 1 y 15 células (Burgerstein 1908; Kanehira 1921b; Peirce 1937; Esteban et al. 1996, 2004; Jiang et al. 2010), generalmente entre 1 y 6 (Metcalfe 1931; Greguss 1944-7 [1948], 1972; Hayashi 1991; Esteban et al. 2002), con un máximo citado

RESULTADOS

de 24 células (Peirce 1937). *Canales resiníferos*. - No se han citado. *Inclusiones minerales*. - No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en *Thujopsis dolabrata* .

Tabla 41. Caracteres anatómicos observados en *Thujopsis dolabrata*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Thujopsis dolabrata</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-
	Transición abrupta (42)	-
	Transición gradual (43)	X
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-
	Punteaduras tangenciales	(X)
	Depósitos (48)	-
	Espacios intercelulares (53)	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	-
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	X
	Verrugosidades (60)	(X)
	Engrosamientos helicoidales (61)	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	X
	Trabécula	X
Parénquima axial	Presente (72)	X
	Distribución difusa (73)	-
	Distribución tangencial (74)	X
	Distribución terminal (75)	(X)
	Paredes transversales lisas (76)	-
	Paredes transversales irregulares (77)	-
	Paredes transversales noduladas (78)	X
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	(X)
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X
	Paredes finales lisas (85)	X
	Paredes finales noduladas (86)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-
	Hendiduras (89)	X
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-
	Cupresoides (93)	X
	Taxodioides (94)	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-
	Entre 5-15 células de altura	X
	Entre 16-30 células de altura	(X)
	>30 células de altura	-
	Uniseriados (107)	X
	Parcialmente biseriados (108)	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-

Anatomía comparada

Son escasas las claves de identificación que incorporan esta especie. En la clave generada por [Peirce \(1937\)](#), *Thujopsis*, *Thuja*, *Cupressus* y *Juniperus* comparten la presencia de hendiduras y paredes transversales del parénquima axial noduladas. Entre ellos *Thujopsis* se diferencia de *Cupressus* y *Juniperus* por presentar una altura de radios leñosos mayor ([Peirce 1937](#)).

Madera de color amarillento, con olor semejante al ciprés y sin sabor característico.

Anatómicamente, *Thujopsis* (Tabla 41) presenta anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual (Figura 47 A).

Traqueidas de contorno poligonal. Punteaduras areoladas en la pared radial dispuestas de manera uniseriada y ocasionalmente de manera biseriada opuesta en la madera de primer crecimiento. Escasa presencia de punteaduras en la pared tangencial asociada a la madera tardía (Figura 47 D). Se observan barras de Sanio como describen otros autores ([Gerry 1910](#); [Esteban et al. 1996, 2002, 2004](#)). Las muestras observadas no presentan un toro definido, característico de la familia Cupressaceae salvo en *Thuja* y *Thujopsis* según [Bauch et al. \(1972\)](#), [Gadek et al. \(2000\)](#) y [IAWA Committee \(2004\)](#). [IAWA Committee \(2004\)](#) señala la presencia de toro únicamente en la variedad *hondae*. No se observan extensiones en el toro como las descritas por [Willebrand \(1995\)](#). Se observan muescas en el borde de las punteaduras (Figura 47 C), carácter citado anteriormente por [Heinz \(2004\)](#) para esta especie. Finas verrugosidades presentes (Figura 47 E), descritas por diversos autores ([Greguss 1944-7 \[1948\]](#); [Liese 1965a](#); [Kocon 1985](#); [Ohtani 2000](#); [IAWA Committee 2004](#)), aunque [Xiaomei y Ying \(1989\)](#) señale su ausencia. No se observan los engrosamientos helicoidales citados por [Greguss \(1944-7 \[1948\]\)](#) para esta especie. Sin engrosamientos callitroides. Trabécula presente (Figura 47 E).

Parénquima axial presente, de distribución tangencial (Figura 47 A) y ocasionalmente terminal. Las paredes transversales son exclusivamente noduladas (Figura 47 B), aunque algunos autores describen paredes transversales lisas ([Penhallow 1907](#); [Greguss 1972](#)) e irregulares ([Heinz 2004](#)). [Metcalf \(1931\)](#) diferencia *Thuja* y *Thujopsis* por la distribución del parénquima, siendo claramente tangencial en *Thujopsis* mientras que *Thuja* presenta una distribución generalmente difusa con algunas agrupaciones.

Radios leñosos compuestos de parénquima axial, con presencia ocasional de traqueidas radiales como citan diversos autores ([Holden 1913](#); [Peirce 1937](#); [Kobayashi 1956](#); [Heinz 2004](#); [IAWA Committee 2004](#)). Paredes finales y horizontales lisas (Figura 47 Fa). Hendiduras presentes (Figura 47 Fb) de acuerdo con el resto de autores ([Peirce 1937](#); [Greguss 1944-7 \[1948\]](#), 1972; [Barefoot y Hankins 1982](#); [Ohtani 2000](#)). El campo de cruce presenta punteaduras tipo cupresioide (Figura 47 G), descritas ocasionalmente también como taxodioide ([Ohtani 2000](#); [Jiang et al. 2010](#)), frecuentemente de 1 a 3 por campo. Radios leñosos exclusivamente uniseriados, generalmente entre 1 y 20 células de altura. La descripción de la mitad de los radios como biseriados según [Peirce \(1937\)](#), podría deberse a la presencia de radios agregados descrita para *Thujopsis dolabrata* var. *hondae* por [Sugawa y Fujii \(1993\)](#). No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

[Phillips \(1948\)](#) considera que la presencia de paredes transversales noduladas del parénquima axial, junto las punteaduras tipo taxodioide del campo de cruce, permiten diferenciar *Thujopsis* del resto de Cupressaceae, excepto de algunos miembros de la antigua Taxodiaceae.

Láminas género *Thujopsis*

Figura 47. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Thujopsis*. A, Anillos de crecimiento diferenciados, de transición gradual y parénquima axial en distribución tangencial. B, Pared transversal del parénquima axial nodulada. C, Muecas en el borde de las punteaduras. D, Punteaduras areoladas en la pared tangencial de las traqueidas. E, Trabécula con verrugosidades. F, Paredes finales lisas (a) y hendiduras (b). G, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoides. Escalas: A, 100 μm ; B-C-E-F-G, 10 μm .

4.1.30.- Anatomía de la madera del género *Widdringtonia* Endl. (1842).

El género *Widdringtonia* Endl. se distribuye por el sur de África, desde Cape hasta Malawi. Consta de 4 especies (Farjon 2005): *W. cedarbergensis* J. A. Marsh, *W. nodiflora* (L.) Powrie, *W. schwarzii* (Marloth) Mast y *W. whytei* Rendle. World Checklist considera como apropiado el nombre de *W. wallichii* Endl. ex Carrière para *W. cedarbergensis* (Govaerts y Farjon 2014).

IUCN (2014) muestra para este género una tendencia poblacional decreciente en *W. cedarbergensis* y *W. whytei*, catalogadas como CR (en peligro crítico). *W. schwarzii* está catalogada como amenazada (NT) de tendencia poblacional desconocida y *W. nodiflora* como LC (sin amenazas) de tendencia poblacional estable.

La taxonomía de este género no se está viendo afectada.

4.1.30.1. *Widdringtonia cedarbergensis* J. A. Marsh

Información general y distribución geográfica

Cape Cedar, Clanwilliam Cedar, Clanwilliamseder o Sederboom. Se distribuye a lo largo de Sudáfrica, en la provincia de Cape, el distrito de Clanwilliam, los montes de Cedarberg, y en áreas dispersas en zonas montañosas, en altitudes comprendidas entre 1.000 y 1.500 m, aunque algunas masas se encuentran entre 915 y 1650 m (Farjon 2005).

Tras la gran explotación a la que se vio sometida esta especie por el uso de su madera en el siglo XIX, su población se redujo un 95%. Actualmente la frecuencia de incendios impide la regeneración de las masas, restringiendo las poblaciones a las zonas más altas y rocosas. Los pocos árboles que quedan están muy protegidos y se está repoblando con esta especie.

No se han registrado usos actuales para esta madera.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Widdringtonia cedarbergensis* J.A.Marsh, Bothalia 9: 125 (1966)**
 - Sinónimo nomenclatural:
 - *Widdringtonia wallichii* Endl. ex Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 62 (1867).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Widdringtonia wallichiana* Gordon, Pinetum, Suppl.: 107 (1862), nom. nud.
 - *Callitris arborea* Schrad. ex D.E.Hutchins, Rep. Cons. For. Cape: 48 (1895).

No se han encontrado muchas referencias que describan la madera de esta especie. Kromhout (1975) la describe de color marrón y un fuerte olor a cedro. Anatómicamente presenta anillos de crecimiento diferenciados (Kromhout 1975; Heinz 2004), parénquima axial de distribución difusa (Kromhout 1975) y tangencial (Kromhout 1975; Heinz 2004) con pared transversal lisa (Heinz 2004), radios leñosos uniseriados (Kromhout 1975) de paredes horizontales y finales lisas (Heinz 2004) y punteaduras tipo cupresioide (Kromhout 1975; Heinz 2004).

4.1.30.2. *Widdringtonia nodiflora* (L.) Powrie

Información general y distribución geográfica

Bergapree, Bergsipres, Cape Cypress, Mountain Cypress, Nwelelwentaba o Thaululo. Se distribuye en Malawi, Mozambique, Sudáfrica, Zimbabue y en las regiones montañosas presentes entre el sur de Malawi y la Ciudad del Cabo, en altitudes comprendidas entre 100 y 2.590 m (Farjon 2005).

Esta especie se encuentra ampliamente distribuida. Tras un incendio es capaz de rebrotar de cepa.

Empleada como leña a nivel local.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Widdringtonia nodiflora* (L.) E.Powrie, J. S. African Bot. 38: 303 (1972).**
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Cupressus juniperoides* L., Sp. Pl. ed. 2: 1422 (1763).
 - *Thuja cupressoides* L., Mant. Pl.: 125 (1767).
 - *Cupressus africana* Mill., Gard. Dict. ed. 8: n.º 6 (1768).
 - *Thuja aphylla* Burm.f., Fl. Indica, Prodr. Fl. Cap.: 27 (1768), nom. illeg.
 - *Juniperus capensis* Lam., Encycl. 2: 626 (1788).
 - *Cupressus humilis* Salisb., Prodr. Stirp. Chap. Allerton: 398 (1796).
 - *Thuja quadrangularis* Vent. in H.L.Duhamel du Monceau, Traité Arbr. Arbust. 3: 16 (1806).
 - *Schubertia capensis* Spreng., Syst. Veg. 3: 890 (1826), nom. superfl.
 - *Pachylepis commersonii* Brongn., Ann. Sci. Nat. (Paris) 30: 189 (1833).
 - *Pachylepis cupressoides* (L.) Brongn., Ann. Sci. Nat. (Paris) 30: 189 (1833).
 - *Pachylepis juniperoides* (L.) Brongn., Ann. Sci. Nat. (Paris) 30: 189 (1833).
 - *Taxodium juniperoides* (L.) Rich. ex Steud., Nomencl. Bot., ed. 2, 2: 664 (1841).
 - *Widdringtonia cupressoides* (L.) Endl., Gen. Pl., Suppl. 2: 25 (1842).
 - *Callitris cupressoides* (L.) Schrad. ex E.Mey. in J.F.Drège, Zwei Pflanzengeogr. Dokum.: 126 (1843).
 - *Widdringtonia commersonii* (Brongn.) Endl., Syn. Conif.: 34 (1847).
 - *Widdringtonia juniperoides* (L.) Endl., Syn. Conif.: 32 (1847).
 - *Widdringtonia natalensis* Endl., Syn. Conif.: 34 (1847).
 - *Callitris stricta* Schrad. ex Carrière, Traité Gén. Conif.: 66 (1855).
 - *Juniperus caesia* Carrière, Traité Gén. Conif.: 55 (1855).
 - *Sabina caesia* (Carrière) Antoine, Cupress.-Gatt.: 68 (1857).
 - *Callitris capensis* Schrad. ex Gordon, Pinetum: 33 (1858).
 - *Widdringtonia caffra* O.Berg, Bonplandia (Hannover) 8: 190 (1860).
 - *Parolinia juniperoides* Endl. ex Gordon, Pinetum, Suppl.: 107 (1862), nom. inval.
 - *Frenela juniperoides* (L.) Parl. in A.P.de Candolle, Prodr. 16(2): 451 (1868).
 - *Callitris commersonii* (Brongn.) T.Durand & Schinz, Consp. Fl. Afric. 5: 951 (1894).

- *Callitris juniperoides* (L.) T.Durand & Schinz, Consp. Fl. Afric. 5: 951 (1894).
- *Widdringtonia mahonii* Mast., J. Linn. Soc., Bot. 37: 271 (1905).
- *Callitris mahonii* (Mast.) Engl. in H.G.A.Engler & C.G.O.Drude, Veg. Erde 9: 88 (1908).
- *Widdringtonia dracomontana* Stapf, Bull. Misc. Inform. Kew 1918: 206 (1918).
- *Widdringtonia stipitata* Stapf, Hooker's Icon. Pl. 32: t. 3126 (1930).
- *Widdringtonia nodiflora* var. *dracomontana* (Stapf) Silba, Phytologia 68: 74 (1990).
- *Widdringtonia nodiflora* subsp. *dracomontana* (Stapf) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 20 (2006).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono marrón rosado el duramen y la albura de color más pálido (Goldsmith y Carter 1981). Olor parecido al cedro (Scott 1927). Sin sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Heinz 2004), poco o nada diferenciados (Scott 1927; Goldsmith y Carter 1981; Esteban *et al.* 2002, 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras areoladas exclusivamente de manera uniseriada en la pared radial (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004), presentes también en la pared tangencial (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Esteban *et al.* 2002, 2004) o tangencial (Goldsmith y Carter 1981; Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha descrito la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937). Paredes horizontales y finales lisas (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoide (Peirce 1937; Phillips 1948; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Radios casi exclusivamente uniseriados, salvo en algunos casos donde se citan parcialmente biseriados (Scott 1927; Peirce 1937), de altura comprendida entre 1 y 15 células (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004), con un máximo de 24 células (Peirce 1937). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.30.3. *Widdringtonia schwarzii* (Marloth) Mast.

Información general y distribución geográfica

Baviaanskloofseder, Sapreehout o Willowmore Cedar. Se distribuye a lo largo de Sudáfrica, en la provincia de Ciudad del Cabo, el distrito de Willowmore, Kougaberge, y en la zona de cañones, en altitudes comprendidas entre 900 y 1.200 m (Farjon 2005).

La sobreexplotación en el pasado ha reducido notablemente su distribución. En la actualidad los incendios son la principal amenaza que afecta a esta especie. Existen muchos programas de conservación que protegen varias de sus poblaciones.

Muy empleada en el pasado en la construcción de granjas y en la fabricación de mobiliario.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

✓ *Widdringtonia schwarzii* (Marloth) Mast., J. Linn. Soc., Bot. 37: 269 (1905).

○ Sinónimo nomenclatural:

▪ *Callitris schwarzii* Marloth, Bot. Jahrb. Syst. 36: 206 (1905).

Propiedades físicas

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas de esta madera.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Heinz 2004), poco o nada diferenciados (Esteban *et al.* 2002, 2004). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004). Punteaduras areoladas de manera uniseriada en la pared radial (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004), ocasionalmente biseriadas en la madera de primer crecimiento (Esteban *et al.* 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Esteban *et al.* 2002). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa y también tangencial (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). **Radial leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se ha descrito la presencia esporádica de traqueidas radiales (Peirce 1937). Paredes horizontales y finales lisas (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoides (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004), pudiendo llegar hasta 7 (Esteban *et al.* 2002). Radial casi exclusivamente uniseriados, salvo en algunos casos donde se citan parcialmente biseriados (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004), de altura comprendida entre 1 y 15 células (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2002, 2004), con un máximo comprendido entre 16 y 30 células (Peirce 1937; Esteban *et al.* 2004). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.30.4. *Widdringtonia whytei* Rendle

Información general y distribución geográfica

African Cedar, Milanji Cedar, M'Laine, M'Kunquza, Mlanje Cedar, Mlanje Cypress, Mulanje Cedar, N'kunqusa o Nkungusa. Se distribuye en el sur de Malawi, en altitudes comprendidas entre 1.830 y 2.550 m (Farjon 2005).

La sobreexplotación a la que se vio sometida esta especie ha reducido en gran medida su distribución. Las amenazas que la afectan son la tala ilegal, los incendios y la expansión de zonas de cultivo. También se ve afectada por agentes patógenos de especies introducidas. Algunas de sus poblaciones se encuentran en zonas protegidas y se está intentando emplear en repoblaciones.

Madera muy apreciada para la construcción de viviendas, siendo el único árbol de dimensiones adecuadas de la zona dentro de Cupressaceae, también en suelos y tejados. Su madera, como en el resto de especies de la familia, es muy resistente a pudriciones y ataques de insectos. Actualmente está prohibida su comercialización.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Widdringtonia whytei* Rendle, Trans. Linn. Soc. London, Bot. 4: 60 (1894).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Callitris whytei* (Rendle) Engl., Pflanzenw. Ost-Afrikas, C: 93 (1895).
 - *Widdringtonia nodiflora* var. *whytei* (Rendle) Silba, Phytologia 68: 74 (1990).
 - *Widdringtonia nodiflora* subsp. *whytei* (Rendle) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 13(1): 20 (2006).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono que varía desde el marrón claro (Chalk 1962; Chudnoff 1984; Esteban *et al.* 1991; Collardet y Besset 1992) o amarillento (Chudnoff 1984) hasta el rojizo (Lushington 1919) el duramen, y la albura de color blanquecina (Chalk 1962; Chudnoff 1984; Esteban *et al.* 1991). Olor característico a cedro (Chalk 1962; Chudnoff 1984; Esteban *et al.* 1991). Sin sabor característico.

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Heinz 2004), poco o nada diferenciados (Chalk 1962; Esteban *et al.* 2002, 2004), de transición gradual (Chalk 1962). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Esteban *et al.* 2002, 2004). Ocasionalmente presenta espacios intercelulares (Chalk 1962). Punteaduras areoladas uniseriadas en la pared radial, biseriadas ocasionalmente (Chalk 1962), presentes también en la pared tangencial (Chalk 1962). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Verrugosidades presentes (Heinz 2004). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Barras de Sanio presentes (Chalk 1962). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa o tangencial (Chalk 1962; Heinz 2004). Paredes transversales lisas (Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). **Radios leñosos.**- Sin traqueidas radiales. Paredes horizontales y finales lisas (Chalk 1962; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004). Sin hendiduras. Punteaduras tipo cupresoide (Phillips 1948; Chalk 1962; Esteban *et al.* 2002, 2004; Heinz 2004), frecuentemente entre 1 y 2 por campo (Esteban *et al.* 2002, 2004), entre 3 y 4 en la madera tardía (Chalk 1962). Radios casi exclusivamente uniseriados, salvo en algunos casos donde se citan parcialmente biseriados (Chalk 1962), de altura comprendida entre 1 y 15 células (Esteban *et al.* 2002, 2004), aunque también se han descrito superiores entre 2 y 20 células (Chalk 1962), con un máximo de 51 (Chalk 1962). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

Resultados

La siguiente tabla resume las características observadas en las especies del género *Widdringtonia*.

RESULTADOS

Tabla 42. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Widdringtonia*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>Widdringtonia cedarbergensis</i>	<i>Widdringtonia nodiflora</i>	<i>Widdringtonia schwarzii</i>	<i>Widdringtonia whytei</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	-	X	-	-
	Poco o nada diferenciados (41)	X	X	X	X
	Transición abrupta (42)	-	-	-	-
	Transición gradual (43)	-	X	-	-
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-	-	-	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X	X	X	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)	(X)	(X)	(X)
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)	(X)	(X)	(X)
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-	-	-	-
	Punteaduras tangenciales	(X)	(X)	-	-
	Depósitos (48)	X	-	X	X
	Espacios intercelulares (53)	-	-	-	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X	X	X	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	X	X	X	X
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	-	-	-	-
	Verrugosidades (60)	X	X	X	X
	Engrosamientos helicoidales (61)	-	-	-	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-	-	-	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-	-	-	-
	Trabécula	X	X	X	-
Parénquima axial	Presente (72)	X	X	X	X
	Distribución difusa (73)	X	-	X	-
	Distribución tangencial (74)	-	X	X	X
	Distribución terminal (75)	X	-	-	X
	Paredes transversales lisas (76)	X	X	X	X
	Paredes transversales irregulares (77)	-	-	-	-
	Paredes transversales noduladas (78)	-	-	-	-
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	-	-	-	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	X	X	X	X
	Paredes finales lisas (85)	X	X	X	X
	Paredes finales noduladas (86)	-	-	-	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X	X	X	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-	-	-	-
	Hendiduras (89)	-	-	-	-
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-	-	-	-
	Cupresoides (93)	X	X	X	X
	Taxodioides (94)	-	-	-	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	-	-	-	X
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	X	X	X	(X)
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	X	-	X	-
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	X	-	-	-
	Entre 5-15 células de altura	(X)	X	X	X
	Entre 16-30 células de altura	-	(X)	(X)	X
	>30 células de altura	-	-	-	(X)
	Uniseriados (107)	X	X	X	X
	Parcialmente biseriados (108)	-	-	-	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-	-	-	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-	-	-	-

Anatomía comparada

De forma genérica puede considerarse con albura y duramen diferenciados. El duramen presenta una variabilidad cromática que va desde el marrón claro hasta el amarillento e incluso rojizo, y una albura de color claro. Este género se caracteriza por presentar un olor agradable y persistente semejante al cedro. Carente de sabor característico.

Anatómicamente, *Widdringtonia* (Tabla 42) presenta anillos de crecimiento poco o nada diferenciados (Figura 48 B), salvo en *W. nodiflora* donde se observan también diferenciados y de transición gradual (Figura 48 A). Esto contrasta con los estudios de [Gaussen \(1968\)](#) y [Heinz \(2004\)](#) donde caracterizan al género con anillos diferenciados.

Traqueidas de contorno poligonal. Punteaduras areoladas en la pared radial dispuestas de manera uniseriada, ocasionalmente biseriadas opuestas (Figura 48 D), como señalan algunos autores ([Chalk 1962](#); [Esteban et al. 2002, 2004](#)). Se han observado escasas punteaduras en la pared tangencial de *W. cedarbergensis* (Figura 48 E) y *W. nodiflora*, como [Esteban et al. \(2002, 2004\)](#) citan para *W. nodiflora*. Depósitos en las traqueidas en *W. cedarbergensis*, *W. schwarzii* y *W. whytei* (Figura 48 H, I, J), como [Barefoot y Hankins \(1982\)](#) describen para el género, aunque no se han encontrado referencias específicas. Punteaduras areoladas con toro definido (Figura 48 F) como describen [Gadek et al. \(2000\)](#), para el género. Extensiones de toro presentes (Figura 48 G), carácter definido por [IAWA Committee \(2004\)](#) para el género. Verrugosidades presentes (Figura 48 K, L) en todas las especies del género como describen [Liese \(1965a\)](#) y [IAWA Committee \(2004\)](#), aunque únicamente ha sido especificada para *W. whytei* por [Heinz \(2004\)](#). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente en *W. cedarbergensis*, *W. nodiflora* y *W. schwarzii* (Figura 48 L).

Parénquima axial presente. Distribuido generalmente de manera tangencial (Figura 48 A) salvo en *W. cedarbergensis*, observándose difuso en *W. cedarbergensis* y también en *W. schwarzii*. Se ha observado de manera terminal en *W. cedarbergensis* y *W. whytei* (Figura 48 B), carácter no descrito anteriormente para este género. Las paredes transversales son lisas (Figura 48 C), de acuerdo con el resto de autores.

Radios leñosos compuestos exclusivamente de parénquima radial, sin las traqueidas radiales ocasionales descritas por [Bannan \(1934\)](#) y [Peirce \(1937\)](#). Se observan paredes horizontales y finales lisas (Figura 48 M) en todas las especies al igual que citan muchos autores ([Peirce 1937](#); [Chalk 1962](#); [Esteban et al. 1996, 2002, 2004](#); [Gadek et al. 2000](#); [Heinz 2004](#); [IAWA Committee 2004](#)). Punteaduras tipo cupresoides (Figura 48 N), con un rango observado superior en *W. cedarbergensis* y *W. schwarzii*, siendo frecuente entre 1 y 3 punteaduras por campo como señalan [Esteban et al. \(1996\)](#).

Radios leñosos exclusivamente uniseriados, aunque se citan parcialmente biseriados en la mayoría de ellas. Alturas semejantes a las descritas, con un rango inferior en *W. cedarbergensis* con un máximo de 10 células, seguido por *W. nodiflora* con máximos superiores a 20 ([Peirce 1937](#)), *W. schwarzii* llegando hasta 30 ([Peirce 1937](#); [Esteban et al. 2004](#)) y *W. whytei* sobrepasando las 30 células de altura máxima ([Chalk 1962](#)). No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

[Peirce \(1937\)](#) considera que *Actinostrobus* y *Widdringtonia* se pueden separar por la mayor altura de los radios leñosos en *Widdringtonia*. Dentro del género [Esteban et al. \(2004\)](#) diferencian a *W. schwarzii* del resto por tener mayor altura de los radios leñosos.

Láminas género *Widdringtonia*

Figura 48. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Widdringtonia*. A, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición gradual y parénquima axial de distribución tangencial. *W. nodiflora*. B, Anillo de crecimiento poco diferenciado y parénquima axial de distribución terminal. *W. whytei*. C, Pared transversal del parénquima axial lisa. *W. cedarbergensis*. D, Punteaduras radiales biseriadas. *W. nodiflora*. E, Punteadura en la pared tangencial. *W. cedarbergensis*. F, Toro definido. *W. cedarbergensis*. G, Extensiones de toro. *W. nodiflora*. H-J, Depósitos en traqueidas radiales. *W. cedarbergensis*, *W. schwarzii*, *W. whytei*. K, Verrugosidades. *W. whytei*. L, Trabécula con verrugosidades. *W. nodiflora*. M, Paredes horizontales y finales del parénquima radial lisas. *W. whytei*. N, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresóide. *W. nodiflora*. Escalas: A-B, 100 μm ; C, 30 μm ; D-J, 20 μm ; E-K-L, 10 μm ; F-G, 5 μm ; H-I, 25 μm ; M-N, 15 μm .

4.1.31.- Anatomía de la madera del género *Xanthocyparis* Farjon & Hiep (2002).

El género *Xanthocyparis* se distribuye de manera disjunta entre el noroeste de Estados Unidos y el norte de Vietnam. Consta de dos especies (Farjon 2005): *X. nootkatensis* (D.Don) Farjon & Harder y *X. vietnamensis* Farjon & Hiep. Actualmente World Checklist considera estas especies dentro del género *Cupressus* L., denominándose *C. nootkatensis* D. Don y *C. vietnamensis* (Farjon & T.H.Nguyễn) Silba respectivamente. En este estudio se seguirá el tratamiento taxonómico descrito por Farjon (2005).

IUCN (2014) muestra para *X. nootkatensis* una tendencia población estable, catalogada como LC (no amenazada), y para *X. vietnamensis* una tendencia poblacional decreciente, catalogada como EN (en peligro).

La taxonomía de este género se está viendo afectada continuamente, debido fundamentalmente a que su existencia pone en duda la unidad del género *Cupressus* (Xiang y Li 2005).

4.1.31.1. *Xanthocyparis nootkatensis* (D.Don) Farjon & Harder

Información general y distribución geográfica

Aitka cypress, Alaska cypress, Alaska ground cypress, Alaska yellow-cedar, Cypress de Nootka faux, Cypress du Nutka, Cypress jaune, Faux cypress de Nootka, Nootka Chamaecyparis, Nootka cypress, Nootka false cypress, Nootka Sound cypress, Nutka cypress, Pacific Coast yellow cedar, Yellow cedar o Yellow cypress. Se distribuye en la costa pacífica del noroeste de Estados Unidos, desde Prince William Sound en Alaska hasta las montañas Siskyou en California, cerca de la frontera con Oregón, en altitudes que oscilan entre el nivel del mar y 2.300 m (Farjon 2005).

Aunque se ha observado la desaparición de numerosos ejemplares adultos, no existe una amenaza real para esta especie, puesto que este fenómeno parece estar relacionado con los cambios en el clima y sólo aparece en algunas partes de su área de distribución.

Especie de crecimiento lento, su madera es extremadamente duradera y valiosa, empleada para la construcción de barcos e infraestructuras marítimas, y en la construcción al aire libre en territorios con un clima fresco y húmedo. Una gran cantidad de la madera exportada se destina a Japón, donde la madera de coníferas es muy apreciada.

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Xanthocyparis nootkatensis* (D.Don) Farjon & D.K.Harder, Novon 12: 188 (2002).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Cupressus nootkatensis* D.Don in A.B.Lambert, Descr. Pinus 2: 18 (1824).
 - *Chamaecyparis nootkatensis* (D.Don) Spach, Hist. Nat. Vég. 11: 333 (1841).
 - *Callitropsis nootkatensis* (D.Don) Oerst. ex D.P.Little, Syst. Bot. 31: 474 (2006).
 - Sinónimos taxonómicos:
 - *Thuja excelsa* Bong., Mém. Acad. Imp. Sci. St.-Pétersbourg, Sér. 6, Sci. Math. 2: 164 (1832).
 - *Cupressus nutkatensis* Hook., Fl. Bor.-Amer. 2: 165 (1838), orth. var.
 - *Cupressus americana* Trautv., Pl. Imag. Descr. Fl. Russ.: 12 (1844).

- *Chamaecyparis nutkaensis* Lindl. & Gordon, J. Hort. Soc. London 5: 207 (1850), orth. var.
- *Thujopsis borealis* Carrière, Traité Gén. Conif.: 113 (1855).
- *Thujopsis tchugatskoyae* Carrière, Traité Gén. Conif.: 113 (1855).
- *Chamaecyparis nootkatensis* var. *glauca* Müll.Berol. in W.G.Walpers, Ann. Bot. Syst. 5: 796 (1858).
- *Cupressus nootkatensis* var. *glauca* (Müll.Berol.) G.Kirchn. in E.A.Petzold & G.Kirchner, Arbor. Muscav.: 711 (1864).
- *Thujopsis cupressoides* Carrière in H.A.Jacques & F.Hérincq, Man. Gén. Pl. 4: 324 (1865).
- *Chamaecyparis excelsa* Fisch. ex Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2: 127 (1867).
- *Cupressus nootkatensis* var. *compacta* Gordon, Pinetum, ed. 2: 425 (1875).
- *Chamaecyparis nootkatensis* var. *pendula* G.Nicholson, Ill. Dict. Gard. 1: 304 (1884).
- *Chamaecyparis nootkatensis* f. *pendula* (G.Nicholson) Beissn., Handb. Conif.: 13 (1887).
- *Cupressus nootkatensis* var. *lutea* Webster, Hardy Conif. Trees: 44 (1896).
- *Cupressus nootkatensis* var. *pendula* (G.Nicholson) Webster, Hardy Conif. Trees: 44 (1896).
- *Chamaecyparis nootkatensis pendens* Sudw., Bull. Div. Forest. U.S.D.A. 13: 81 (1897).
- *Chamaecyparis nootkatensis* f. *viridis-pendula* Beissn., Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 19: 140 (1910).
- *Chamaecyparis nootkatensis* f. *compacta* (Gordon) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 51 (1949).
- *Chamaecyparis nootkatensis* f. *glauca* (Müll.Berol.) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 51 (1949).
- *Chamaecyparis nootkatensis* f. *lutea* (Webster) Rehder, Bibl. Cult. Trees: 51 (1949).

Propiedades físicas

Albura y duramen diferenciados, con un tono amarillo claro para el duramen y albura de color blanco amarillento (Phillips 1948; Record y Hess 1949; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Core *et al.* 1979; Mullins y McKnight 1981; Sargent 1885; Lincoln 1986; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 1991; Collardet y Besset 1992; Guindeo *et al.* 1997; Alden 1997; Porter 2006; Bergman *et al.* 2010). Ocasionalmente se describe sin diferenciación, con un color amarillento (McElhanney 1935, 1940; Cox 1939; Henderson 1957; Rendle 1969b; Brown 1978a; Patterson 1988; Flynn y Holder 2001; IAWA Committee 2004; Walker 2005), o rojo amarillento (Stone 1904; Howard 1920; Phillips 1948). Olor picante característico (Cox 1939; Mullins y McKnight 1981; Walker 2005), catalogado como a patatas podridas (Phillips 1948; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Brown 1978a; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990; Alden 1997; Guindeo *et al.* 1997), no persistente tras el secado (McElhanney 1935, 1940; Cox 1939; Henderson 1957; Brown 1978a; Lincoln 1986; Patterson 1988; Collardet y Besset 1992; Guindeo *et al.* 1997; Walker 2005). Sabor amargo o picante (Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 1991; Guindeo *et al.* 1997; Flynn y Holder 2001).

Anatomía de la madera. Revisión

Anillos de crecimiento.- Diferenciados (Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), de transición abrupta (Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964) o gradual (Penhallow 1907; Hoadley 1990). **Traqueidas.**- Sección transversal de contorno poligonal (Penhallow 1907; Harrar 1957; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Las punteaduras areoladas se disponen de manera uniseriada (Penhallow 1907; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000), aunque se citan biseriadas en escasas ocasiones, generalmente en la madera de primer crecimiento (Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964). Presencia de punteaduras en la pared tangencial, asociada a la madera final (Penhallow 1907; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). No se han descrito depósitos en las traqueidas longitudinales. Punteaduras areoladas con toro definido (Bannan 1952; Barefoot y Hankins 1982; Gadek *et al.* 2000), citándose extensiones del mismo (Barefoot y Hankins 1982; Gadek *et al.* 2000). Sin engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). **Parénquima axial.**- Presente, de distribución difusa (Penhallow 1907; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964), tangencial (Penhallow 1907; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Heinz 2004) o terminal (Esteban *et al.* 2002, 2004), pudiendo presentarse varios tipos dentro de una misma muestra (Penhallow 1907; Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964). Paredes transversales lisas (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004; IAWA Committee 2004), ocasionalmente irregulares (Heinz 2004) e incluso noduladas (Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Gadek *et al.* 2000). **Radios leñosos.**- Homogéneos, compuestos únicamente de parénquima radial, aunque se cita la presencia esporádica de traqueidas radiales, en ocasiones formando radios de baja altura (Holden 1913; Peirce 1937; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; IAWA Committee 2004) y generalmente en posición marginal (Jones 1924; Record 1934; Bannan 1952; Jane 1970; Hoadley 1990; Heinz 2004). Paredes horizontales lisas (Heinz 2004) y punteadas (Phillips 1948; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004), siendo las paredes finales lisas (Phillips 1948; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004; Heinz 2004) o noduladas (Bannan 1952; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Heinz 2004). Con hendiduras (Panshin y Zeeuw 1964). Punteaduras tipo cupresioide (Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Hoadley 1990; Esteban *et al.* 2000, 2004), y taxodioide (Heinz 2004), entre 1 y 4 punteaduras por campo (Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2000, 2002), frecuentemente entre 1 y 2 (Esteban *et al.* 2000, 2002, 2004). Radios casi exclusivamente uniseriados salvo en algunos casos donde se describen parcialmente biseriados (Penhallow 1907; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964), de altura comprendida entre 5 y 15 células (Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Esteban *et al.* 2000, 2004), aunque también se han descrito inferiores como entre 1 y 4 (Esteban *et al.* 2002), y superiores como entre 1 y 20 (Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964). **Canales resiníferos.**- No se han citado. **Inclusiones minerales.**- No se han descrito.

4.1.31.2. *Xanthocyparis vietnamensis* Farjon & Hiep.

Información general y distribución geográfica

Ciprés amarillo vietnamense o Vietnamense Yellow Cypress. Tan sólo existen entre 560 y 650 ejemplares en todo el mundo, restringidos a las zonas del norte de Vietnam en la provincia de Ha Giang. Está muy localizada en el sistema montañoso de Bat Dai Son en la frontera con China. Se

encuentra en una superficie estimada de 50 Km², y aunque es difícil de evaluar debido a la dificultad del terreno, es posible que tenga una ocupación total inferior a los 10 Km². Se presenta en suelos de piedra caliza cárstica, en hábitats que con frecuencia son refugios para las coníferas relictas, en algunos casos inaccesibles, en altitudes que oscilan entre 1.060 y 1.180 m (Farjon *et al.* 2002; Farjon 2005).

Descubierta en 1999 (Farjon *et al.* 2002), esta especie ha marcado un importante hito en el mundo botánico. Comparando sus características morfológicas con el resto de cupresáceas presenta una gran afinidad con los géneros *Cupressus* y *Chamaecyparis*, pero no se resuelve una ubicación satisfactoria. Debido a ello se creó el género *Xanthocyparis*, denominándose esta especie como *X. vietnamensis* (Farjon *et al.* 2002).

Las amenazas que afectan a esta especie son la tala y la expansión agrícola.

Madera muy apreciada pero la inaccesibilidad de sus masas y las dificultades de transporte, restringen su comercio a nivel local. (Farjon *et al.* 2002; Farjon 2005).

Sinónimos (Govaerts y Farjon 2014):

- ✓ ***Xanthocyparis vietnamensis* Farjon & T.H.Nguyễn, Novon 12: 180 (2002).**
 - Sinónimos nomenclaturales:
 - *Callitropsis vietnamensis* (Farjon & T.H.Nguyễn) D.P.Little, Amer. J. Bot. 91: 1879 (2004).
 - *Cupressus vietnamensis* (Farjon & T.H.Nguyễn) Silba, J. Int. Conifer Preserv. Soc. 12: 100 (2005).

No se han encontrado descripciones de las propiedades físicas ni de la anatomía de su madera. Farjon *et al.* (2002) la describen de color marrón amarillento y olor característico.

Resultados

La siguiente tabla resume las características anatómicas observadas en las especies del género *Xanthocyparis*.

RESULTADOS

Tabla 43. Caracteres anatómicos observados en las especies del género *Xanthocyparis*. X.- presente; (X).- ocasional; Los números entre paréntesis corresponden a los asignados por [IAWA Committee \(2004\)](#).

<i>Características anatómicas</i>		<i>X.nootkatensis</i>	<i>X.vietnamensis</i>
Anillos de crecimiento	Diferenciados (40)	X	X
	Poco o nada diferenciados (41)	-	-
	Transición abrupta (42)	-	X
	Transición gradual (43)	X	-
	Venas axiales de células de xilema distorsionadas	-	-
Traqueidas	Punteaduras radiales uniseriada (44)	X	X
	Punteaduras radiales biseriadas (45)	(X)	-
	Punteaduras biseriadas opuestas (46)	(X)	-
	Punteaduras biseriadas alternas (47)	-	-
	Punteaduras tangenciales	X	X
	Depósitos (48)	-	-
	Espacios intercelulares (53)	-	-
	Punteaduras radiales con toro definido (56)	X	X
	Punteaduras areoladas con extensiones del toro (58)	-	-
	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas (59)	(X)	-
	Verrugosidades (60)	(X)	(X)
	Engrosamientos helicoidales (61)	-	-
	Engrosamientos callitroides (71)	-	-
	Engrosamiento crassulae o barras de Sanio	-	-
	Trabécula	X	-
Parénquima axial	Presente (72)	-	(X)
	Distribución difusa (73)		X
	Distribución tangencial (74)		-
	Distribución terminal (75)		-
	Paredes transversales lisas (76)		-
	Paredes transversales irregulares (77)		
	Paredes transversales noduladas (78)		
Composición de los radios	Presencia de traqueidas radiales (79)	X	-
	Traqueidas radiales ausentes (80)	-	X
	Paredes finales lisas (85)	X	X
	Paredes finales noduladas (86)	(X)	-
	Paredes horizontales lisas (87)	X	X
	Paredes horizontales punteadas (88)	-	-
	Hendiduras (89)	X	-
Punteaduras del campo de cruce	Ventana (90)	-	-
	Cupresoides (93)	X	X
	Taxodioides (94)	-	-
	Entre 1-2 punteaduras por campo (97)	X	-
	Entre 1-3 punteaduras por campo (98)	-	X
	Entre 3-5 punteaduras por campo (99)	-	X
Dimensiones de los radios	<4 células de altura	-	(X)
	Entre 5-15 células de altura	X	-
	Entre 16-30 células de altura	X	-
	>30 células de altura	(X)	-
	Uniseriados (107)	X	X
	Parcialmente biseriados (108)	(X)	-
Canales	Presencia de canales traumáticos (111)	-	-
Inclusiones minerales	Presentes (118)	-	-

Anatomía comparada

Al ser un género relativamente moderno no se han encontrado claves de identificación que lo incorporen, aunque sí se han encontrado estudios que incorporan *X. nootkatensis* bajo el nombre de *Ch. nootkatensis*.

Dentro de las claves de identificación anatómicas y las referencias del género *Chamaecyparis*, la separación de *Ch. nootkatensis* se hace fundamentalmente debido a la presencia de abundantes traqueidas radiales (Record 1934; Phillips 1948; Kukachka 1960; Jane 1970; Valley y Wycombe 1971; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990). El olor característico de la madera también ha sido empleado para la diferenciación respecto a otras cupresáceas (Record 1934; Kukachka 1960; Core *et al.* 1979; Hoadley 1990). Frente a otros géneros ajenos a Cupressaceae, *X. nootkatensis* es comparado con *Tsuga* y *Cedrus* (Jane 1970; Barefoot y Hankins 1982) diferenciándose por las paredes transversales del parénquima axial, la altura de los radios y las extensiones de toro. Las paredes transversales son noduladas en *Tsuga* y *Cedrus* mientras que se describen como lisas en *X. nootkatensis* (Jane 1970). La altura de los radios de *Cedrus* es mayor a 40 células (muchos de ellos parcialmente biseriados), no excediendo de las 16 células en *Xanthocyparis* y menores a 12 células en *Tsuga* (Jane 1970). Barefoot y Hankins (1982) consideran que gracias a la presencia de extensiones de toro se puede diferenciar *X. nootkatensis* de *Tsuga* y *Cedrus*.

De forma genérica puede considerarse la madera de *Xanthocyparis* de tono amarillento, más oscuro para *X. vietnamensis*. Olor rancio característico de *X. nootkatensis* a patatas podridas. El olor desagradable de esta madera permite fácilmente diferenciar esta especie de otras muy semejantes como *Thujopsis dolabrata* (IAWA Committee 2004), o *Ch. lawsoniana* (Cox 1939; Henderson 1957). Sabor característico.

Anatómicamente, *Xanthocyparis* (Tabla 43) presenta anillos de crecimiento diferenciados (Figura 49 A, B), con transición abrupta en *X. vietnamensis* (Figura 49 B) y gradual en *X. nootkatensis* (Figura 49 A). Se ha descrito como abrupta ocasionalmente en *X. nootkatensis* (Brown *et al.* 1949; Panshin y Zeeuw 1964).

Traqueidas de contorno poligonal. La presencia de punteaduras en la pared tangencial es común (Figura 49 C), generalmente asociadas a la madera tardía. Punteaduras areoladas en la pared radial de disposición uniseriada, ocasionalmente biseriadas opuestas en la madera de primer crecimiento en *X. nootkatensis*. Punteaduras areoladas con toro definido (Figura 49 E). Se han observado muescas en el borde de manera ocasional en *X. nootkatensis* (Figura 49 D), carácter no descrito anteriormente para esta especie. Escasas verrugosidades presentes (Figura 49 F). No se han observado engrosamientos helicoidales ni callitroides. Trabécula presente en *X. nootkatensis* (Figura 49 G).

Escasa presencia de parénquima axial aunque se ha citado frecuentemente en *X. nootkatensis* (Brown *et al.* 1949; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990). Se ha observado de distribución difusa en *X. vietnamensis*, aunque no se ha podido evaluar el tipo de pared transversal.

Radios leñosos compuestos únicamente de parénquima radial en *X. vietnamensis*. Se han observado abundantes traqueidas radiales en la madera de *X. nootkatensis* (Figura 49 H) como ya señalaron varios autores (Holden 1913; Belyea 1919; Jones 1924; Record 1934; Peirce 1937; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Hoadley 1990; Heinz 2004; IAWA Committee 2004). Paredes finales lisas (Figura 49 Ia), ocasionalmente también noduladas en *X. nootkatensis* (Figura 49 J) (Bannan 1952; Panshin y Zeeuw 1964; Hoadley 1990; Heinz 2004), paredes horizontales lisas. Hendiduras visibles en *X. nootkatensis* (Figura 49 Ib), carácter definido para esta especie por Panshin y Zeeuw (1964). Punteaduras tipo

cupresoide (Figura 49 K), con un rango observado entre 1 y 2 por campo para *X. nootkatensis* y entre 1 y 5 para *X. vietnamensis*. Radios de altura máxima de 10 células en *X. vietnamensis* y de hasta 32 células para *X. nootkatensis*. Uniseriados, de manera ocasional biseriados en *X. nootkatensis*, como señalan otros autores (Penhallow 1907; Brown *et al.* 1949; Bannan 1952; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964), no superando el 10% del total. No se han observado canales resiníferos ni inclusiones minerales.

Láminas género *Xanthocyparis*

Figura 49. Ilustraciones del microscopio óptico y electrónico de la madera del género *Xanthocyparis*. A, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición gradual. *X. nootkatensis*. B, Anillo de crecimiento diferenciado, de transición abrupta. *X. vietnamensis*. C, Punteaduras en la pared tangencial. *X. vietnamensis*. D, Muecas en el borde. *X. nootkatensis*. E, Toro definido. *X. nootkatensis*. F, Verrugosidades. *X. vietnamensis*. G, Trabécula. *X. nootkatensis*. H, Traqueidas radiales. *X. nootkatensis*. I, Pared final lisa (a), hendidura presente (b). *X. nootkatensis*. J, Pared final nodulada. *X. nootkatensis*. K, Punteaduras del campo de cruce tipo cupresoide. *X. vietnamensis*. Escalas: A-B-C, 100 μm ; D-F-H-I-J-K, 10 μm ; G, 20 μm .

4.2. Codificación IAWA para Cupressaceae y *Sciadopitys*

A continuación se muestra para cada especie los códigos de IAWA Committee (2004) para los caracteres anatómicos observados en las muestras de estudio. Se añaden la presencia de venas axiales de células de xilema distorsionadas, punteaduras en la pared tangencial de las traqueidas axiales, engrosamiento crassulae y trabécula. Entre paréntesis se encuentran aquellos caracteres que se presentan de manera ocasional o se han observado como poco marcados.

1.- Género *Actinostrobus* Miq.

1. *Actinostrobus acuminatus* Parl.: 40; 43; venas axiales; 56; (58); 60; 71; trabécula; 72; 74; 76; 80; 85; 87; 93; 98; 102; (103); 107.
2. *Actinostrobus arenarius* C.A.Gardner: 40; 43; venas axiales; 56; (58); 60; 71; trabécula; 72; 74; (75); 76; 80; 85; 87; 93; 98; 102; (103); 107.
3. *Actinostrobus pyramidalis* Miq.: (40); 41; 43; venas axiales; 56; (58); 60; 71; trabécula; 72; (73); 74; (75); 76; 80; 85; 87; 93; 98; 102; (103); 107.

2.- Género *Athrotaxis* D.Don

4. *Athrotaxis cupressoides* D.Don: 40; 42; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 56; 58; 59; (60); (engrosamiento crassulae); 72; 74; 76; 80; 85; 87; 93; 94; 98; 99; 103; 107.
5. *Athrotaxis laxifolia* Hook: 40; 42; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 56; 58; 59; (60); (engrosamiento crassulae); trabécula; 72; 74; 76; 80; 85; 87; 93; 94; 97; 103; (104); 107.
6. *Athrotaxis selaginoides* D.Don: 40; 42; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 56; 59; (60); (engrosamiento crassulae); trabécula; 72; 73; 74; 76; 80; 85; 87; 93; 94; 97; 98; 103; 107.

3.- Género *Austrocedrus* Florin&Boutelje

7. *Austrocedrus chilensis* (D.Don)Pic.Serm.&Bizarri: 40; (42); 43; 44; (45); (46); (punteaduras tangenciales); 56; 58; (60); trabécula; 72; 73; 76; 80; 85; 87; (89); 93; 97; 98; 103; 107; (108).

4.- Género *Callitris* Vent.

8. *Callitris baileyi* C.T.White: No se han obtenido muestras.
9. *Callitris canescens* (Parl.)S.T.Blake: No se han obtenido muestras.
10. *Callitris columellaris* F.Muell.: 41; venas axiales; 44; (53); 56; 60; 71; trabécula; 72; 74; 76; 80; 85; 87; 93; 97; 103; (104); 107.
11. *Callitris drummondii* (Parl.) F.Muell.: 41; 44; 56; 60; (71); 72; 73; 74; 76; 80; 85; 87; 93; 97; 103; 107.
12. *Callitris endlicheri* (Parl.) F.M. Bailey: 40; 43; venas axiales; 44; 48; 53; 56; 60; 71; trabécula; (72); 75; 76; 80; 85; 87; 93; 97; 103; (104); 107.

13. *Callitris macleayana* (F.Muell.) F.Muell.: 40; 43; venas axiales; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 56; 60; engrosamiento crassulae; trabécula; 72; 73; 74; 76; 80; 85; 87; 93; 97; 103; (104); 107.
14. *Callitris monticola* J.Garden: No se han obtenido muestras.
15. *Callitris muelleri* (Parl.): No se han obtenido muestras.
16. *Callitris neocaledonica* Dummer: 41; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; (53); 56; 60; (71); engrosamiento crassulae; trabécula; (72); 75; 76; 80; 85; 87; 93; 98; 103; (104); 107.
17. *Callitris oblonga* Rich.&A.Rich.: 40; 42; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; (72); 74; 76; 80; 85; 87; 93; 97; 103; 107.
18. *Callitris preissii* Miq.: 40; 43; venas axiales; 44; (45); (46); 56; 60; 71; trabécula; 72; 74; 75; 76; 80; 85; 87; 93; 97; 103; (104); 107.
19. *Callitris rhomboidea* R.Br. ex Rich.&A.Rich.: 40; 43; venas axiales; 44; 56; 60; 72; 74; 76; 80; 85; 87; 93; 97; 103; (104); 107.
20. *Callitris roei* (Endl.) F.Muell.: 41; 44; 56; 60; (71); (72); 73; 76; 80; 85; 87; 93; 97; 102; (103); 107.
21. *Callitris sulcata* (Parl.) Schltr.: 40; 42; 44; 56; (60); 72; 74; 76; 80; 85; 87; 93; 97; 103; 107.
22. *Callitris verrucosa* (A.cunn. ex Endl.) F.Muell.: 40; 43; 44; 56; 60; 71; trabécula; 72; 74; 76; 80; 85; 87; 93; 97; 103; 107.

5.- Género *Calocedrus* Kurz

23. *Calocedrus decurrens* (Torr.) Florin: 40; 43; 44; (punteaduras tangenciales); 56; 59; (60); 72; 73; 74; 75; 77; 78; 80; 85; 86; 87; 89; 93; 97; (98); 103; 107.
24. *Calocedrus formosana* (Florin) Florin: 40; 43; 44; (punteaduras tangenciales); 53; 56; (60); trabécula; 72; 74; 78; 80; 85; 86; 87; 93; 97; (98); 103; (104); 107.
25. *Calocedrus macrolepis* Kurz: 40; 43; 44; (45); (46); (punteaduras tangenciales); 56; (60); engrosamiento crassulae; trabécula; 72; 73; 74; 75; 78; 80; 86; 87; (89); 93; 97; 103; (104); 107.

6.- Género *Chamaecyparis* Spach

26. *Chamaecyparis formosensis* Matsum.: 40; 42; 43; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 56; (60); trabécula; 72; 73; 74; 76; (77); 78; 80; 85; 87; 89; 93; 98; 102; 103; 107.
27. *Chamaecyparis lawsoniana* (A.Murray bis) Parl.: 40; 43; 44; 53; 56; 60; trabécula; 72; 73; 74; 76; (77); 78; 80; 85; 87; 89; 93; 98; 102; 103; 107.
28. *Chamaecyparis obtusa* (Siebold&Zucc.) Endl.: 40; 42; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; 72; 73; 74; 76; (77); 78; 80; 85; 87; 89; 93; 98; 102; 103; 107.

29. *Chamaecyparis pisifera* (Siebold&Zucc.) Endl.: 40; 42; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 59; (60); trabécula; 72; 73; 74; 75; 76; (77); 78; 80; 85; 87; 89; 93; 98; 102; 103; 107.

30. *Chamaecyparis thyoides* (L.) Britton, Setrns & Poggenb.: 40; 42; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; 72; 73; 74; 76; 77; (78); 80; 85; 87; 89; 93; 98; 102; 103; 107.

7.- Género *Cryptomeria* D.Don

31. *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L. f.) D.Don: 40; 42; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 56; (59); (60); engrosamiento crassulae; 72; 73; 74; 76; 77; 78; 80; 85; 87; 89; 93; 94; 97; 103; 107.

8.- Género *Cunninghamia* R.Br.

32. *Cunninghamia konishii* Hayata: 40; 43; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 56; 59; (60); 72; 73; 76; 80; 85; 87; (89); 93; 97; 103; (104); 107; (108).

33. *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook: 40; 43; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 56; 59; (60); 72; 73; 76; 80; 85; (86); 87; (89); 93; 97; 103; 107; (108).

9.- Género *Cupressus* L.

34. *Cupressus arizonica* Greene: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; (53); 56; 60; (trabécula); 72; (73); 74; 76; 77; (79); 80; 85; (86); 87; 89; 93; 97; 102; 103; (104); 107.

35. *Cupressus bakeri* Jeps.: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; (53); 56; 60; (trabécula); (72); 73; 77; 78; 79; 80; 86; 87; 89; 93; 97; 102; (103); 107.

36. *Cupressus cashmeriana* Royle ex Carrière: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; 72; 73; (74); 76; 80; 85; 87; 93; 97; (102); 103; (104); 107.

37. *Cupressus chengiana* S.Y. Hu: No se han obtenido muestras.

38. *Cupressus duclouxiana* Hickel: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; (trabécula); (72); 73; 76; (79); 80; 85; (86); 87; 89; 93; 97; (102); 103; (104); 107.

39. *Cupressus dupreziana* A.Camus: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; (53); 56; 58; 59; 60; 72; 73; (74); 76; 80; 85; 87; 93; 97; (102); 103; (104); 107.

40. *Cupressus funebris* Endl.: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; (53); 56; 58; 60; (trabécula); 72; 73; (74); 76; 80; 85; 87; 93; 97; (102); 103; (104); 107.

41. *Cupressus goveniana* Gordon: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; (trabécula); (72); (73); 74; 76; (77); (78)80; (85); 86; 87; 89; 93; 97; 102; (103); 107.

42. *Cupressus guadalupensis* S.Watson: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; (53); 56; 60; (72); 73; 75; 76; 80; 85; (86); 87; 89; 93; 97; 102; (103); 107.

43. *Cupressus lusitanica* Mill.: 41; 44; (53); 56; (60); (72); 74; 76; (77); 79; 80; 85; (86); 87; (89); 93; 97; (102); 103; (104); 107; (108).

44. *Cupressus macnabiana* A.Murray: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 53; 56; 60; trabécula; 72; 74; 75; 77; 78; 80; 85; 86; 87; 89; 93; 97; (102); 103; (104); 107.
45. *Cupressus macrocarpa* Hartw. ex Gordon: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; 72; 73; 75; 76; (77); 78; 79; 80; 85; (86); 87; 89; 93; 97; 102; (103); 107.
46. *Cupressus sargentii* Jeps.: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; (53); 56; 60; 72; (73); 74; (75); 77; 80; (85); 86; 87; 89; 93; 97; 102; (103); 107.
47. *Cupressus sempervirens* L.: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; 72; 73; (74); (75); 76; 80; 85; 87; 93; 97; (102); 103; 104; (105); 107.
48. *Cupressus torulosa* D.Don: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; (53); 56; 60; 72; 73; (74); 76; 80; 85; 87; 93; 97; 103; (104); 107.

10.- Género *Diselma* Hook. f.

49. *Diselma archeri* Hook. f.: 40; 43; 44; (punteaduras tangenciales); 56; 58; 60; trabécula; 72;(73); 74; 76; 77; 78; 80; 85; 86; 87; 89; 93; 97; 102; (103); 107; 111.

11.- Género *Fitzroya* Lindl.

50. *Fitzroya cupressoides* (Molina) I.M.Johnst: 40; 42; 44; punteaduras tangenciales; 56; 58; 60; trabécula; 72; 73; 74; 77; 78; 80; (85); 86; 87; 89; 93; 98; (99); (102); 103; 107.

12.- Género *Fokienia* A.Henry&H.H.Thomas

51. *Fokienia hodginsii* (Dunn) A. Henry&H.H. Thomas: 40; 42; 44; punteaduras tangenciales; 56; (60); trabécula; 72; 74; (75); 76; (77); 78; 80; 85; 87; (89); 93; 98; (99); 102; (103); 107.

13.- Género *Glyptostrobus* Endl.

52. *Glyptostrobus pensilis* (Staunton ex D.Don) K.Koch: 40; 43; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 56; 60; 72; 73; 74; (75); (77); 78; 80; 85; 87; (89); 93; 94; 98; (99); 103; (104); 107.

14.- Género *Juniperus* L.

53. *Juniperus angosturana* R.P. Adams: No se han obtenido muestras.
54. *Juniperus ashei* J.Buchholz: 40; 43; 44; (punteaduras tangenciales); 53; 56; 60; 72; 74; 75; (77); 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; 102; 107.
55. *Juniperus barbadensis* L.: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; (engrosamiento crassulae); 72; 73; (74); (75); 78; 80; 85; 86; 87; 89; 93; 97; 98; 103; 107.
56. *Juniperus bermudiana* L.: 40; 41; 43; 44; punteaduras tangenciales; (53); 56; 60; 72; (73); 74; 76; 80; (85); 86; 87; 89; 93; 98; 103; (104); 107.

57. *Juniperus blancoi* Martínez: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; 72; 75; 78; 80; 86; 87; 89; 93; 98; 102; (103); 107.
58. *Juniperus brevifolia* (Seub.) Antoine: 40; 42; 44; punteaduras tangenciales; 53; 56; 58; 59; 60; 72; 73; 74; 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; (102); 103; 107.
59. *Juniperus californica* Carrière: 40; 43; 44; (punteaduras tangenciales); 53; 56; 58; 60; 72; 74; 75; 76; 77; 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; 98; 102; 107.
60. *Juniperus cedrus* Webb&Berthel: 40; 42; 44; punteaduras tangenciales; 53; 56; 60; 72; 73; 74; 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; (102); 103; 107.
61. *Juniperus chinensis* L.: 40; (42); 43; 44; punteaduras tangenciales; (53); 56; (60); 72; (73); 74; 75; 76; 78; 80; 85; 86; 87; 89; 93; 97; (98); 102; (103); 107.
62. *Juniperus coahuilensis* (Martínez) Gaussen ex R.P. Adams: No se han obtenido muestras.
63. *Juniperus comitana* Martínez: No se han obtenido muestras.
64. *Juniperus communis* L.: 40; 43; 44; (punteaduras tangenciales); 53; 56; (60); 72; 74; (75); 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; (102); 103; 107.
65. *Juniperus convallium* Rehder&E.H.Wilson: No se han obtenido muestras.
66. *Juniperus deppeana* Steud: 40; 42; 43; 44; punteaduras tangenciales; 53; 56; 58; 60; 72; (73); 74; (75); (77); 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; 103; 107.
67. *Juniperus drupacea* Labill. 40; 43; 44; 53; 56; 60; 72; 74; (75); (77); 78; 80; 85; 86; 87; 89; 93; 97; 102; (103); 107.
68. *Juniperus durangensis* Marínez: No se han obtenido muestras.
69. *Juniperus excelsa* M.Bieb.: 40; 42; 43; 44; punteaduras tangenciales; (53); 56; 60; trabécula; 72; 73; 74; (75); (77); 78; 80; (85); 86; 87; 89; 93; 97; (102); 103; 107.
70. *Juniperus flaccida* Schltdl.: 40; 43; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 56; 60; 72; 74; (75); 76; 77; (78); 80; (85); 86; 87; 89; 93; 97; (98); 103; 107.
71. *Juniperus foetidissima* Willd.: 40; 43; 44; (punteaduras tangenciales); 53; 56; 60; 72; 74; (75); (77); 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; 98; (102); 103; 107.
72. *Juniperus formosana* Hayata: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; 72; 74; 77; 78; 80; 85; 87; 89; 93; 97; 103; 107.
73. *Juniperus gamboana* Martínez: No se han obtenido muestras.
74. *Juniperus gracilior* Plig.: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; 72; 73; (74); (75); (77); 78; 80; (85); 86; 87; 89; 93; 97; 103; 107.
75. *Juniperus horizontalis* Moench: 40; 42; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; 72; 74; (75); (77); 78; 80; 86; 87; 89; 93; 98; 103; 107.

76. *Juniperus indica* Bertol.: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; (60); 72; 74; (75); 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; (102); 103; 107.
77. *Juniperus jaliscana* Martínez: No se han obtenido muestras.
78. *Juniperus komarovii* Florin: No se han obtenido muestras.
79. *Juniperus monosperma* (Engeltn.) Sarg: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; (53); 56; 58; 60; 72; 74; (75); 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; (102); 103; 107.
80. *Juniperus monticola* Martínez: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 58; 60; 72; 74; (75); 78; 80; 86; 87; 89; 93; 98; 103; (104); 107.
81. *Juniperus occidentalis* Hook: 40; 42; 43; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 56; (60); 72; 74; 75; 77; 78; 80; 85; 86; 87; 89; 93; 97; 98; 103; 107.
82. *Juniperus osteosperma* (Torr.) Little: 40; 42; 44; punteaduras tangenciales; 53; 56; 58; 60; 72; 74; 75; 76; (77); 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; (102); 103; 107.
83. *Juniperus oxycedrus* L.: 40; 42; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; 72; (73); 74; (75); 76; (77); 80; 85; (86); 87; 89; 93; 97; 98; 102; (103); 107.
84. *Juniperus phoenicea* L.: 40; 42; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 53; 56; 60; trabécula; (72); 73; 74; 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; 103; (104); 107.
85. *Juniperus pinchotii* Sudworth: 40; 42; 43; 44; punteaduras tangenciales; 53; 56; 58; 60; 72; 74; (75); (77); 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; 102; (103); 107.
86. *Juniperus pingii* Cheng&Ferre: No se han obtenido muestras.
87. *Juniperus procera* Hochst. ex Endl.: 40; 41; 43; 44; (45); (46); (punteaduras tangenciales); 56; (60); 72; 73; 74; 76; 80; 85; 87; (89); 93; 98; 103; 107.
88. *Juniperus procumbens* (Siebold ex Endl.) Miq. in Siebold & Zuccarini: No se han obtenido muestras.
89. *Juniperus przewalskii* Kom.: 40; 42; 44; punteaduras tangenciales; 53; 56; 60; (72); 74; 76; 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; 102; (103); 107.
90. *Juniperus pseudosabina* Fisch., Mey & Ave-Lall.: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 53; 56; 60; trabécula; 72; (74); 75; 76; 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; 102; 107.
91. *Juniperus recurva* Buch.-Ham. ex D. Don: 40; 42; 44; punteaduras tangenciales; 53; 56; 60; 72; 74; (75); 77; 78; 80; 86; 87; 89; 93; 103; 107.
92. *Juniperus rigida* Siebold & Zucc.: 40; 43; 44; (punteaduras tangenciales); 56; (60); (72); 74; (75); 77; (78); 80; 85; 87; 89; 93; 97; (102); 103; 107.
93. *Juniperus sabina* L.: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; 72; 74; 75; 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; 103; 107.
94. *Juniperus saltillensis* M. T. Hall: No se han obtenido muestras.

95. *Juniperus saltuaria* Rehder & Wils.: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; (53); 56; 60; (72); 74; 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; 102; 107.

96. *Juniperus saxicola* Britton & P. Wilson: No se han obtenido muestras.

97. *Juniperus scopulorum* Sarg.: 40; (42); 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 58; 60; 72; 74; (75); 78; 80; 85; 86; 87; 89; 93; 97; 103; 107.

98. *Juniperus semiglobosa* Regel: No se han obtenido muestras.

99. *Juniperus squamata* D. Don: 40; 42; 44; (punteaduras tangenciales); 56; (60); 72; 74; 75; 77; (78); 80; 86; 87; 89; 93; 97; (102); 103; 107.

100. *Juniperus standleyi* Steyermark. 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 58; 60; 72; 74; 75; 76; 77; 80; 86; 87; 89; 93; 98; 103; 107.

101. *Juniperus taxifolia* Hook. & Arn.: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; (60); 72; 73; 74; 76; 80; 85; 87; 89; 93; 97; 98; (102); 103; 107.

102. *Juniperus thurifera* L.: 40; 43; 44; (punteaduras tangenciales); 53; 56; 59; (60); 72; 74; 75; (77); 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; 103; 107.

103. *Juniperus tibetica* Kom.: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 53; 56; 60; 72; 74; 78; 80; 86; 87; 89; 93; 97; 102; (103); 107.

104. *Juniperus virginiana* L.: 40; (42); 43; 44; punteaduras tangenciales; 53; 56; 60; 72; 74; (75); 78; 80; 85; 86; 87; 89; 93; 97; 98; 103; 107.

15.- Género *Libocedrus* Endl.

105. *Liocedrus austrocaledonicus* Brongn.&Gris: No se han obtenido muestras.

106. *Librocedrus bidwilli* Hook.: 40; 43; (44); 45; 46; (punteaduras tangenciales); 56; trabécula; 72; 73; 74; 75; 76; 80; 85; 87; 93; 98; (99); 103; 107.

107. *Libocedrus chevalieri* J. Buchholz: 40; 43; 44; (45); (46); (punteaduras tangenciales); 56; 72; 73; 74; 76; 80; 85; 87; 93; (98); 99; 102; (103); 107.

108. *Libocedrus plumosa* (D.Don) Sarg.: 40; 43; 44; (45); (46); 56; trabécula; 72; 73; 74; 75; 76; 80; 85; 87; 93; 98; (99); 103; 107.

109. *Libocerus yateensis* Guillaumin: No se han obtenido muestras.

16.- Género *Metasequoia* Hu&W.C.Cheng

110. *Metasequoia glyptostroboides* Hu&W.C.Cheng: 40; 43; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 56; (60); engrosamiento crassulae; trabécula; 72; 73; 76; 77; 80; 85; 87; 89; 93; 94; 98; 103; (104); 107.

17.- Género *Microbiota* Kom.

111. *Microbiota decussata* Kom.: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; 72; 74; (75); 76; (77); 80; 85; 87; 93; 98; (99); 102; 107.

18.- Género *Neocallitropsis* Florin

112. *Neocallitropsis pancheri* (Carrière) de Laub.: 41; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 56; engrosamiento crassulae; trabécula; 80; 85; 87; 93; 99; 103; 107.

19.- Género *Papuacedrus* H.L. Li

113. *Papuacedrus papuana* (F.Muell.) H.L. Li: 41; 44; (45); (46); (punteaduras tangenciales); 56; 59; trabécula; 72; 73; 76; 80; 85; 87; 89; 93; 98; 102; (103); 107; (108).

20.- Género *Pilgerodendron* Florin

114. *Pilgerodendron uviferum* (D.Don) Florin: 40; 43; 44; (punteaduras tangenciales); 53; 56; (58); 60; trabécula; 72; 73; 74; 76; (78); 80; 85; 87; (89); 93; 98; 103; 107.

21.- Género *Platyclusus* Spach

115. *Platyclusus orientalis* (L.) Franco: 40; 43; 44; (45); (46); (punteaduras tangenciales); 56; 60; trabécula; 72; 74; (75); 78; 80; 85; 87; 89; 93; 98; 103; 107.

22.- Género *Sciadopitys* Siebold&Zucc.

116. *Sciadopitys verticillata* (Thunb.) Siebold&Zucc.: 40; 42; 44; (punteaduras tangenciales); 46; 60; (72); 73; 76; 80; 85; 87; 90; 97; 103; 107.

23.- Género *Sequoia* Endl.

117. *Sequoia sempervirens* (D.Don) Endl.: 40; 43; 44; 45; 46; punteaduras tangenciales; 56; 59; (60); trabécula; 72; 73; 76; 77; (78); (79); 80; 85; 87; (89); 93; 94; 97; (98); (99); 103; 104; (105); 107; 111.

24.- Género *Sequoiadendron* J. Buchholz

118. *Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J.Buchholz: 40; 42; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 56; (60); engrosamiento crassulae; trabécula; 72; 73; 75; 76; 77; (78); 80; 85; 87; 93; 94; 98; (99); 103; 104; 107.

25.- Género *Taiwania* Hayata

119. *Taiwania cryptomerioides* Hayata: 40; 43; 44; 45; 46; (punteaduras tangenciales); 56; 59; (60); engrosamiento crassulae; trabécula; 72; 73; 74; 76; 77; 80; 85; 87; 89; 93; 97; 98; 103; 104; 107.

26.- Género *Taxodium* Rich.

120. *Taxodium distichum* (L.) Rich: 40; 42; 44; 45; 46; punteaduras tangenciales; 56; (60); engrosamiento crassulae; 72; 73; 74; 78; 80; 85; 87; 93; 94; 98; (99); 103; (104); 107.

121. *Taxodium mucronatum* Ten.: 40; 41; 43; 44; punteaduras tangenciales; 56; 60; trabécula; 72; 73; 75; 76; 77; 80; 85; 87; 89; 93; 97; (98); 103; (104); 107; (108).

27.- Género *Tetraclinis* Mast.

122. *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Mast: 40; 43; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 56; 60; engrosamiento crassulae; trabécula; 72; 73; 74; 75; 76; (77); 80; 85; 87; 93; 97; (99); 102; 103; (104); 107; (108); 111.

28.- Género *Thuja* L.

123. *Thuja koraiensis* Nakai: 40; 42; 44; punteaduras tangenciales; 60; trabécula; 80; 85; 87; 89; 94; 98; 102; (103); 107.
124. *Thuja occidentalis* L.: 40; 43; 44; punteaduras tangenciales; 59; 60; 80; 85; 87; 89; 93; 94; 98; 102; (103); 107.
125. *Thuja plicata* Donn ex D.Don : 40; 43; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 60; (72); 74; 80; 85; 87; 89; 93; 94; 98; 103; 107.
126. *Thuja standishii* (Gordon) Carrière: 40; 42; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 60; trabécula; 80; 85; 87; 89; 93; 94; 98; 103; 107.
127. *Thuja sutchuenensis* Franch: 40; 42; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 60; (72); 73; 77; 78; 80; 85; 87; 89; 93; 94; 98; 102; (103); 107.

29.- Género *Thujopsis* Siebold&Zucc. ex Endl.

128. *Thujopsis dolabrata* (Thunb. ex. L. f.) Siebold&Zucc.: 40; 43; 44; (45); (46); (punteaduras tangenciales); 59; (60); engrosamiento crassulae; trabécula; 72; 74; (75); 78; (79); 80; 85; 87; 89; 93; 98; 103; (104); 107.

30.- Género *Widdringtonia* Endl.

129. *Widdringtonia cedarbergensis* J.A.Marsh: 41; 44; (45); (46); (punteaduras tangenciales); 48; 56; 58; 60; trabécula; 72; 73; 75; 76; 80; 85; 87; 93; 98; 99; 102; (103); 107.
130. *Widdringtonia nodiflora* (L.) Powrie: 40; 41; 43; 44; (45); (46); (punteaduras tangenciales); 56; 58; 60; trabécula; 72; 74; 76; 80; 85; 87; 93; 98; 103; (104); 107.
131. *Widdringtonia schwarzii* (Marloth) Mast.: 41; 44; (45); (46); 48; 56; 58; 60; trabécula; 72; 73; 74; 76; 80; 85; 87; 93; 98; 99; 103; (104); 107.
132. *Widdringtonia whytei* Rendle.: 41; 44; (45); (46); 48; 56; 58; 60; 72; 74; 75; 76; 80; 85; 87; 93; 97; (98); 103; 104; (105); 107.

31.- Género *Xanthocyparis* Farjon & Hiep

133. *Xanthocyparis nootkatensis* (D.Don) Farjon & Harder: 40; 43; 44; (45); (46); punteaduras tangenciales; 56; (59); (60); trabécula; 79; 85; (86); 87; 89; 93; 97; 103; 104; (105); 107; (108).
134. *Xanthocyparis vietnamensis* Farjon & Hiep.: 40; 42; 44; punteaduras tangenciales; 56; (60); (72); 73; 80; 85; 87; 93; 98; 99; (102); 107.

5. DISCUSIÓN

5.1. Características anatómicas de la madera de Cupressaceae

5.1.1. Características generales

Entre los géneros de coníferas existe una gran variedad en cuanto al color del duramen, no pudiendo categorizarlos todos. Además, como señala [IAWA Committee \(2004\)](#), los taxones no se encuentran restringidos a un solo color. En la descripción macroscópica de las especies, se debe tener en cuenta también la variación que puede sufrir el color tras su exposición a la luz y después del secado.

Dentro de las especies comercialmente importantes, o en aquellas empleadas para la decoración, la coloración del duramen es un rasgo a tener en cuenta, ya que en muchos casos el precio de la madera depende de su tonalidad. En el mercado oriental las maderas de Cupressaceae son muy valoradas, como por ejemplo las de *Taiwania* y *Cryptomeria* en Taiwán ([Chang et al. 1999a, 2000](#)). Se han realizado diversos estudios sobre la variabilidad cromática de estas especies en particular. [Chang et al. \(1999b, 2000\)](#) señalan que su color depende de las condiciones de luz y oxígeno así como de la humedad de la madera, presentando colores rojizos, rosados, azulados e incluso de color negro para *Cryptomeria*, y entre rojo amarillento y marrón rosado para *Taiwania*. La madera más oscura de *Cryptomeria* presenta un valor más bajo en el mercado, pero distintos tratamientos variando el pH de la madera permiten devolver al duramen un color rojizo o amarillento ([Ishiguri et al. 2000, 2003](#)). Otras especies de Cupressaceae también presentan una gran variabilidad cromática, como *Calocedrus* o *Taxodium*. En el caso de *T. distichum*, los colores más oscuros del duramen corresponden a los árboles que se encuentran próximos a la costa y a las marismas, mientras que los colores más claros pertenecen a los árboles que se encuentran en el interior ([Henderson 1957; Brown 1978; Collardet y Besset 1992; Flynn y Holder 2001; Porter 2006](#)).

A pesar de la variabilidad cromática, existen coloraciones características del duramen en algunos géneros de Cupressaceae. Muchas especies presentan un color rojizo, muy valoradas comercialmente, y son denominadas por [Ahuja \(2009\)](#) como “redwoods”. Las más conocidas son *Sequoia* y *Fitzroya*, pero también pertenecen a este grupo *Calocedrus*, *Cu. lanceolata*, *Juniperus*, *Libocedrus*, *Metasequoia*, *Sequoiadendron*, *Tetraclinis* y *Thuja*. Se describen de manera ocasional con un tono rojizo *Ath. selaginoides*, *Austrocedrus*, *C. duclouxiana*, *C. funebris*, *C. macrocarpa*, *Glyptostrobus*, *Pilgerodendron* y *Platycladus*. Según señalan [Díaz-Vaz \(2003\)](#) y [IAWA Committee \(2004\)](#), las maderas de compresión también presentan un color marrón rojizo. El color amarillento característico de *Thujopsis* y *Xanthocyparis*, es descrito también para *Chamaecyparis*, *Cu. konishii*, *Fokienia*, *Microbiota*, *Neocallitropsis* y *Papuacedrus*. Finalmente, destaca el color violáceo de especies como *Diselma*, *J. virginiana* y *Cal. decurrens*. El resto de las especies de Cupressaceae presentan una coloración marrón clara con distintas tonalidades.

La diferenciación entre albura y duramen es una característica relevante, siendo muy pocos los géneros de coníferas que no presentan dicha diferenciación, como *Abies*, *Picea* o *Tsuga* ([IAWA Committee 2004](#)). La bibliografía estudiada revela en Cupressaceae una clara diferenciación entre la albura y el duramen, con una gran variabilidad cromática para duramen, y la albura principalmente de color blanquecino o blanco amarillento, muy ocasionalmente con tonalidades

rosadas o rojizas como se describen en *Fokienia* (Tang 1933; Phillips 1948; Esteban et al. 1991, 1996; Collardet y Besset 1992; Jiang et al. 2010).

Junto con la coloración del duramen, también tiene lugar la posible presencia de bandas coloreadas (*heartwood with color streaks*) (IAWA Committee 2004). Esta característica es inusual, describiéndose en *Podocarpus*, *Dacrydium* o *Araucaria* (IAWA Committee 2004). No se debe confundir con albura incluida, donde las bandas son blanquecinas debido a la ausencia de tintes, como ocurre en *J. virginiana* (Record 1934; Brown et al. 1949; Harrar 1957; Gottwald 1958; Panshin y Zeeuw 1964; Brown 1978; Carvalho 1996; Alden 1997; IAWA Committee 2004). Entre la bibliografía estudiada de Cupressaceae existe una gran confusión con este término, pudiéndose referir en algunos casos la coloración por bandas a la diferencia de tonalidad entre la madera de primer crecimiento y la madera final, como se describe en *Fitzroya* (Howard 1920; Berni et al. 1979), *Ch. obtusa* (Howard 1920), *Ca. columellaris* (Rendle 1970; Chudnoff 1984), *C. torulosa* (Gamble 1902), *J. procera* (Chalk 1962) y *J. virginiana* (Henderson 1957). Se ha descrito la presencia de bandas coloreadas en: *Cryptomeria*, de tonalidad amarillenta o marrón oscuro (Lincoln 1986); *Taiwania*, de color rosado (Chang et al. 2000) o marrón violáceo (Phillips 1948); *Ch. obtusa*, moradas (Kanehira 1921); *C. lusitanica*, marrón claro o rosadas (Chudnoff 1984; Lincoln 1986; Bergman et al. 2010); *C. macrocarpa*, rojas y amarillas (Sargent 1885); *J. deppeana*, amarillas (Sargent 1885) y *J. virginia*, marrón rojizas (Flynn y Holder 2001). También se describe un cambio en la coloración del duramen de *Ch. obtusa* cuando aparecen anomalías, donde se observan bandas longitudinales rojizas (Yamanaka 1985).

El olor de la madera se emplea frecuentemente en la identificación de maderas macroscópicamente semejantes. La familia Cupressaceae se caracteriza por su olor a cedro. Descrito en 22 de los 30 géneros de Cupressaceae, generalmente esta característica se pierde tras el secado, aunque en algunas especies de *Cupressus* y *Juniperus* se mantiene. Entre los aceites esenciales comerciales más empleados para la fabricación de perfumes y colonias, se encuentran los de *J. virginiana*, *J. ashei* y *C. funebris* (Anderson 1995). Borja de la Rosa et al. (2010) señalan, además, el empleo de los aceites de *Cupressus* y *Juniperus* en los productos de limpieza.

Aunque IAWA Committee (2004) no lo considera como caracter analítico, muchos autores siguen incluyendo en sus descripciones el sabor de la madera. Dentro de la familia Cupressaceae, únicamente se describe en 27 especies, generalmente como amargo, aunque el género *Calocedrus* se caracteriza por su sabor picante.

5.1.2. Anillos de crecimiento

IAWA Committee (2004) señala que las especies distribuidas en las regiones templadas y boreales se caracterizan por presentar anillos de crecimiento diferenciados al experimentar un cambio estructural en el crecimiento de su madera, mientras que la ausencia de anillos suele presentarse en especies que crecen bajo condiciones tropicales. Ocasionalmente, debido a condiciones climáticas extremas o traumatismos, se pueden presentar los denominados falsos anillos de crecimiento.

Dentro de la familia Cupressaceae se han observado generalmente anillos de crecimiento diferenciados, salvo en especies como *Act. pyramidalis*, *C. lusitanica*, *J. procera*, *Neocallitropsis*, *Papuacedrus*, *T. mucronatum*, *Widdringtonia* y algunas especies de *Callitris* como *Ca. columellaris*, *Ca. drummondii*, *Ca. neocaledonica* y *Ca. roei*. Todas ellas se distribuyen en el hemisferio sur, salvo *C. lusitanica* y *T. mucronatum*, presentes en Méjico.

El tipo de transición que se observa en el anillo puede ser gradual o abrupta. Según [IAWA Committee \(2004\)](#) la mayoría de las coníferas presenta una transición gradual, destacando las limitaciones de este carácter al poderse observar distintos tipos en una misma muestra. Las condiciones ambientales y otros factores externos pueden afectar al tipo de transición ([Peirce 1936, 1937; Bannan 1954; Carlquist 1980; Esteban et al. 2003](#)). Como señalan [Esteban et al. \(2009\)](#), el empleo de este carácter debe efectuarse en muestras que provengan de sus regiones naturales. De las muestras observadas se presenta una transición abrupta en *Athrotaxis*, *Ca. oblonga* y *Ca. sulcata*, *Chamaecyparis*, *Cryptomeria*, *Fitzroya*, *Fokienia*, diversas especies de *Juniperus*, *Sciadopitys*, *Sequoiadendron*, *T. distichum*, *Thuja* y *X. vietnamsis*.

[Heady y Evans \(2005\)](#) describieron por primera vez la presencia de “axial veins” (veins of distorted xylem cells, venas axiales de células de xilema distorsionadas) en *Actinostrobus*, confundida ocasionalmente con canales resiníferos traumáticos ([Baker y Smith 1910](#)). Explican estas formaciones como una respuesta traumática a la congelación. Su distribución y forma, ocupando pequeñas franjas tangenciales, corresponden a las estrías presentes en la corteza. En su investigación, [Heady y Evans \(2005\)](#) proponen como elemento diferenciador entre los géneros *Actinostrobus* y *Callitris* la presencia de estas venas axiales, aunque en este estudio no sólo se han observado en todas las especies de *Actinostrobus*, sino también en algunas especies de *Callitris* como en *Ca. columellaris*, *Ca. endlicheri*, *Ca. macleayana*, *Ca. preissii* y *Ca. rhomboidea*, dificultando la diferenciación entre ambos géneros. Estas especies se distribuyen en Australia, pero no comparten hábitat ni rango altitudinal de distribución, estando *Actinostrobus* en la costa oeste en altitudes próximas al nivel del mar, y las mencionadas especies de *Callitris* en la costa este principalmente, en altitudes muy superiores.

5.1.3. Traqueidas axiales

La sección transversal de las traqueidas es generalmente de contorno poligonal. La presencia de pequeños espacios intercelulares entre las traqueidas se ha observado en muchos géneros, aunque según [IAWA Committee \(2004\)](#), la presencia regular de estos espacios en forma de rombo, junto con un contorno de traqueidas más o menos redondeado es, no obstante, característica sólo de unos pocos. Descritos frecuentemente y observados en *Cupressus* y *Juniperus* ([Kaeiser 1950, 1951, 1953a; Bannan 1954; Jacquot 1955; Lemoine 1966; Esteban y Guindeo 1988; Esteban et al. 1996, 2000; Mahmood y Athar 1997; IAWA Committee 2004](#)), en este estudio también se han observado en *Cal. formosana*, *Ch. lawsoniana*, *Pilgerodendron* y algunas especies de *Callitris* como *Ca. columellaris*, *Ca. endlicheri* y *Ca. neocaledonica*.

Autores como [Nájera et al. \(1960\)](#), [Peraza \(1964\)](#) y [Peraza y Guindeo \(1974\)](#), consideran que la escasa presencia de espacios intercelulares en *Cupressus* en comparación con *Juniperus*, permite diferenciar ambos géneros.

Las punteaduras areoladas se disponen generalmente de manera uniseriada en la pared radial, presentándose como biseriadas en la madera de primer crecimiento de *Sequoia*, *Taiwania* y *T. distichum*. Ocasionalmente se han observado biseriadas en la madera de primer crecimiento en *Athrotaxis*, *Austrocedrus*, *Cryptomeria*, *Cunninghamia*, *Glyptostrobus*, *Libocedrus*, *Metasequoia*, *Neocallitropsis*, *Papuacedrus*, *Platyclusus*, *Sequoiadendron*, *Tetraclinis*, *Thujopsis* y *Widdringtonia*, así como en algunas especies de *Callitris*, *Calocedrus*, *Chamaecyparis*, *Juniperus*, *Thuja* y *Xanthocyparis*. Cuando se presentan punteaduras biseriadas, aparecen en disposición opuesta. Se han descrito como multiseriadas en *Glyptostrobus* ([Visscher 2002; Visscher y Jagels 2003; Jiang et al. 2010](#)), *Sequoia* ([Jones 1912; Peirce 1936; Brown et al.](#)

1949; Harrar 1957; Kukachka 1960; Panshin y Zeeuw 1964; Barefoot y Hankins 1982; Hoadley 1990; Wagenführ 1996; IAWA Committee 2004; Jiang et al. 2010), *Sequoiadendron* (Jones 1912), *Taiwania* (Tang 1933; Shimakura 1937; IAWA Committee 2004) y *Taxodium* (Peirce 1936; Phillips 1948; Kaeiser 1953; Lee 2000; IAWA Committee 2004), y se han observado en algunas muestras de *Metasequoia*. La disposición de las punteaduras varía dependiendo frecuentemente de la parte del árbol en la que se sitúa la muestra, como señala Bannan (1952, 1954), siendo generalmente uniseriadas en el tronco y las ramas donde las traqueidas son más estrechas y multiseriadas en las raíces.

Se han observado frecuentemente la presencia de punteaduras en la pared tangencial, generalmente asociadas a la madera tardía. Se han observado de manera ocasional en *Calocedrus*, *Diselma*, *Papuacedrus*, *Pilgerodendron*, *Platycladus*, *Sciadopitys*, *Taiwania* y *Thujopsis*, no estando presentes en *Actinostrobus*, *Libocedrus*, *Widdringtonia* y la mayoría de especies de *Callitris*.

Todas las especies de Cupressaceae tienen el toro definido, salvo en los géneros *Thuja* y *Thujopsis*, aunque se ha descrito de manera ocasional en *Th. occidentalis* (Bannan 1941) y *Th. sutchuensis* (Tang et al. 2005). Bauch et al. (1972) señalan su ausencia también en *Athrotaxis*, *Cunninghamia*, *Metasequoia*, *Sciadopitys*, *Taiwania* y *Taxodium*. Jayme et al. (1960) describen que la presencia de toro en las punteaduras se debe a la aspiración de las mismas, pero esta hipótesis fue rebatida por Tsoumis (1965) al contemplar la presencia de toro en punteaduras inalteradas, estableciendo la presencia de toro como una característica normal. Diversos autores han señalado la presencia de subtipos de punteaduras según la orientación y densidad de las microfibrillas de la membrana, así como la presencia o ausencia de incrustaciones. Bauch et al. (1972) consideran seis grupos según su morfología, y señalan que éstos pueden variar teniendo en cuenta otras características como la composición química y su función, mientras que Liese (1965a) describe cinco tipos. Únicamente para *Fitzroya* Greguss (1955) señala varios tipos de ornamentación en las punteaduras, y Bauch et al. (1972) consideran que el toro de los géneros de Taxodiaceae es distinto al resto de coníferas. A su vez, De y Datta (1987) profundizan en diferenciar *Th. plicata* de *Cryptomeria* por el margen de toro más liso en *Cryptomeria*, siendo irregular en *Thuja*. Tsoumis (1965) observó que la variación de la estructura de la membrana no es sólo a nivel de género, sino que se observan distintas formas dentro del árbol y entre traqueidas contiguas, no pudiéndose emplear las clasificaciones morfológicas del toro como descriptivas de la especie.

Estudios recientes han demostrado la importancia del toro y la membrana en el paso de agua y líquidos entre las traqueidas de coníferas. La gran resistencia de la membrana y el toro, hace que las coníferas puedan dominar ecosistemas imposibles para las frondosas (Pittermann et al. 2005). Al mismo tiempo, la impermeabilidad del toro supone una característica importante para prevenir el paso de aire y por tanto la cavitación en las traqueidas (Díaz-Vaz 2003; Hacke et al. 2004).

Las extensiones de toro se observan más claramente en el microscopio electrónico que en el óptico. Su presencia es generalmente esporádica, y se han observado en *Actinostrobus*, *Athrotaxis*, *Austrocedrus*, *C. dupreziana*, *C. funebris*, *Diselma*, *Fitzroya*, *J. brevifolia*, *J. californica*, *J. deppeana*, *J. monosperma*, *J. monticola*, *J. osteosperma*, *J. pinchotii*, *J. scopulorum*, *J. standleyi*, *Pilgerodendron* y *Widdringtonia*. También se citan en *Cryptomeria* (Fujii et al. 1997; Kitin et al. 2009), en algunas especies de *Cupressus* (Bannan 1954), *Papuacedrus* (Boutelje 1955), *Sequoia* (Barefoot y Hankins 1982) y *Thujopsis* (Willebrand 1995). Boutelje (1955) señala que la presencia de extensiones de toro en *Fitzroya* permite diferenciarla de *Calocedrus* y otras especies

semejantes del hemisferio norte. Roig (1992) describe toro estrellado para *Fitzroya*, carácter específico del género *Cedrus* según IAWA Committee (2004) aunque nadie lo ha confirmado.

En el borde de las punteaduras, no siendo un carácter muy generalizado, pueden aparecer muescas de manera aislada o consecutiva en el margen. Se han observado muescas en el borde de las punteaduras en *Athrotaxis*, *Cal. decurrens*, *Ch. pisifera*, *Cryptomeria*, *Cunninghamia*, *C. dupreziana*, *J. brevifolia*, *J. thurifera*, *Papuacedrus*, *Sequoia*, *Taiwania*, *Th. occidentalis*, *Thujopsis* y *X. nootkatensis*. Al ser un carácter tan restrictivo se puede considerar de alto valor diagnóstico, empleado en la diferenciación de maderas muy semejantes como *Sequoia* (con muescas) y *Sequoiadendron* (sin muescas), aunque Heinz (2004) describe la presencia de muescas también en *Sequoiadendron*.

La presencia de depósitos orgánicos en las traqueidas axiales ocurre de manera regular en pocos géneros. Aunque se han citado en *Ca. columellaris*, *Cal. decurrens*, *Cupressus*, *Fitzroya*, *J. procera*, *J. virginiana*, *L. bidwillii*, *Pilgerodendron*, *Th. plicata* y *Th. standishii* (Barefoot y Hankins 1982; Díaz-Vaz 2003; Blanco et al. 2005), únicamente se han observado en las muestras estudiadas de *Widdringtonia* y en algunas especies de *Callitris* como en *Ca. endlicheri*, *Ca. preissii* y *Ca. rhomboidea*.

Tras la incorporación del uso del microscopio electrónico en el estudio anatómico de la madera, se descubrió la presencia de una capa verrugosa en muchas especies tanto de coníferas como de frondosas (Liese y Cote 1960). En algunos casos, debido al gran tamaño de sus protuberancias, pueden observarse también en el microscopio óptico. En este estudio se observan de manera generalizada en la mayoría de los géneros, estando ausentes en *Libocedrus*, *Neocallitropsis* y *Papuacedrus*, y siendo menos visibles en *Athrotaxis*, *Austrocedrus*, *Calocedrus*, *Cryptomeria*, *Cunninghamia*, *Fokienia*, *Metasequoia*, *Sciadopitys*, *Sequoia*, *Sequoiadendron*, *Taiwania*, *Thujopsis*, *Xanthocyparis* y en algunas especies de *Chamaecyparis* y *Juniperus*. Xiaomei y Ying (1989) establecen que dentro del anillo de crecimiento, el tamaño y densidad de las verrugas es mayor en las traqueidas de la madera tardía que en las de primer crecimiento. Muchos autores consideran la distribución, tamaño y frecuencia de las verrugosidades muy variables entre taxones, y actualmente las investigaciones se centran en la posible función de estas.

Dentro del género *Callitris*, Heady et al. (1994) consideran que existen dos tipos de verrugosidades, largas y noduladas o pequeñas y esféricas. Estos autores señalan, además, que la tipología observada es acorde con el hábitat en el que se encuentra la especie, siendo pequeñas y esféricas en las zonas más húmedas, considerando que la presencia de grandes y noduladas verrugosidades es una adaptación de la especie a condiciones de estrés hídrico. Otros autores sin embargo, hipotetizan sobre su posible función en la difusión del agua o sus propiedades conservantes (Liese 1965b). Zimmermann (1983) establece que las verrugosidades intervienen en la captura de pequeñas burbujas durante el proceso de deshielo, que de algún modo favorecen que no se generen grandes burbujas de aire que pudieran provocar el embolismo tras la reanudación de la transpiración. La caracterización de las verrugosidades permite, según Ilic (1994) y Heady et al. (2008), la identificación de especies muy semejantes dentro de *Callitris*.

No se observa la presencia de engrosamientos helicoidales en ninguna especie de Cupressaceae, aunque se han descrito en *Microbiota* (Benkova y Schweingruber 2004) y en *Thujopsis* (Greguss 1944-7 [1948]).

La presencia de engrosamientos callitroides ha sido empleada fundamentalmente para separar el género *Callitris* del resto. Sin embargo, este tipo de engrosamiento está presente también en

Actinostrobus, lo que limita su uso en la diferenciación entre ambos. Dentro del género *Callitris* no se han observado estos engrosamientos en todas las especies, aunque en el estudio de [Heady y Evans \(2000\)](#) se especifica que existe en todas ellas, siendo más visible en algunas, variando su frecuencia y prominencia. Al igual que en el tamaño de las verrugosidades, estos autores observan una correlación entre la mayor frecuencia y prominencia de engrosamientos callitroides en aquellas especies que se encuentran en ambientes más secos que en las que se encuentran en ambientes húmedos, hipotetizando sobre su función como reguladora para evitar el colapso de traqueidas. Se han encontrado en mayor proporción en las traqueidas de la madera final que en la de primer crecimiento. Se han observado también en las punteaduras del campo de cruce de acuerdo con [Patton \(1927\)](#) y [Heady y Evans \(2000\)](#). [Heady y Evans \(2000\)](#) consideran que es necesario un estudio más completo sobre la morfología, presencia y prominencia de los engrosamientos callitroides, destacando la presencia de una, dos, tres y hasta cuatro barras, no siempre sobre el borde de las punteaduras.

Ocasionalmente algunos autores han descrito engrosamientos callitroides en *Juniperus*; ([Phillips 1948](#); [Barefoot y Hankins 1982](#)) y *Tetraclinis* ([Jacquiot 1955](#); [Schweingruber 1990](#)). Las barras de Sanio, de apariencia semejante a los engrosamientos callitroides, son una característica esporádica en la mayoría de las coníferas, y sin valor analítico según [IAWA Committee \(2004\)](#). Generalmente aparecen asociadas alrededor de las punteaduras radiales biseriadas, en el margen exterior de las mismas, como se observa en algunas de las muestras estudiadas. A diferencia del engrosamiento callitroide, las barras de Sanio son engrosamientos de la pared primaria y la lámina media ([Esteban et al. 2002](#)).

La presencia de trabécula también es esporádica en la mayoría de las coníferas y no se considera carácter analítico según [IAWA Committee \(2004\)](#). Se ha observado en la mayoría de los géneros de Cupressaceae. [Yumoto \(1984a, 1984b\)](#) describe cinco tipos básicos según su forma (*trabecula*, *plate*, *confluence*, *adhesion*, *tangential confluence*) y dos variedades (*Pit-including form*, *abnormal form*). Actualmente se describe únicamente la denominada trabécula, no teniendo esta clasificación mayor trascendencia.

5.1.4. Parénquima axial

El parénquima axial puede estar o no presente, siendo un carácter analítico empleado en la identificación de maderas. Se ha observado de manera regular en todas los géneros de Cupressaceae, al igual que describe [IAWA Committee \(2004\)](#) para Cephalotaxaceae y la mayoría de Podocarpaceae, siendo escaso en algunas especies de *Callitris*, *Cupressus* y *Juniperus*, y prácticamente ausente en *Neocallitropsis*, *Thuja* y *Xanthocyparis*. [Esteban et al. \(1996\)](#) describen una mayor presencia de parénquima axial en los géneros de Cupressaceae del hemisferio sur.

La presencia de parénquima axial es fácilmente observable en el corte transversal de las muestras, debido a las sustancias presentes en su interior. Como señala [IAWA Committee \(2004\)](#), estas sustancias pueden ser eliminadas durante la preparación de la muestra, por lo que la descripción de la presencia o ausencia de este elemento debe ser completada con su observación en los cortes longitudinales. La cantidad y frecuencia del parénquima axial varía, según los estudios de [Bannan \(1952, 1954\)](#) en *Chamaecyparis* y *Cupressus*, en función de la posición de la muestra en el árbol, siendo más escaso en las zonas próximas a la albura.

La distribución del parénquima axial, visible en el corte transversal, se categoriza como difusa, tangencial o terminal según [IAWA Committee \(2004\)](#). Se contempla la co-ocurrencia de distribuciones, como difusa y tangencial, dentro de una misma especie ([IAWA Committee 2004](#)),

aunque en las muestras estudiadas se han observado diversas combinaciones. [Peirce \(1936, 1937\)](#) considera que la distribución del parénquima en Cupressaceae es tan variable que no se puede generalizar al respecto, aunque en este estudio predomina la distribución tangencial y/o difusa. Entre las diferentes combinaciones, se han observado los tres tipos de distribución de manera conjunta en *Act. pyramidalis*, *Cal. decurrens*, *Cal. macrolepis*, *Ch. pisifera*, *C. sargentii*, *C. sempervirens*, *Glyptostrobus pensilis*, *J. barbadensis*, *J. chinensis*, *J. deppeana*, *J. excelsa*, *J. oxycedrus* y *Tetraclinis articulata*.

Los tipos de paredes transversales pueden ser, según [IAWA Committee \(2004\)](#), lisas, irregulares o noduladas. La morfología de las paredes transversales noduladas de Cupressaceae difiere al resto de coníferas al ser consecuencia del engrosamiento de la pared primaria, no siendo una punteadura en el sentido estricto de la palabra, como describen [Barefoot y Hankins \(1982\)](#) también para Podocarpaceae.

Al igual que el tipo de distribución, [IAWA Committee \(2004\)](#) considera la posibilidad de encontrar en algunas especies paredes lisas e irregulares al mismo tiempo, pero no contempla que se presenten tanto paredes lisas como noduladas, salvo de forma excepcional y en zonas muy limitadas como madera juvenil, como sí lo hace [Heinz \(2004\)](#) en algunas especies de *Cupressus*, [Bannan \(1952\)](#) en *Chamaecyparis*, [Visscher and Jagels \(2003\)](#) en *Glyptostrobus*, [Gasson et al. \(2011\)](#) en *Fitzroya*, [Greguss \(1972\)](#) en algunas especies de *Juniperus*, o [Esteban et al. \(1996, 2002, 2004\)](#) en *Cryptomeria*, *Diselma*, *Fokienia* y *Sequoiadendron*. Estos aluden a la posibilidad de esta co-ocurrencia, situación observada en muchas ocasiones en este estudio.

Dentro de las muestras estudiadas, se ha observado que la presencia de paredes transversales irregulares viene asociada generalmente a uno de los otros dos tipos. De esta manera, entre los géneros que presentan paredes transversales lisas o lisas y ocasionalmente irregulares se encuentran: *Actinostrobus*, *Athrotaxis*, *Austrocedrus*, *Callitris*, *Cunninghamia*, la mayoría de los *Cupressus*, *J. bermudiana*, *J. oxycedrus*, *J. procera*, *J. standleyi* y *J. taxifolia*, *Libocedrus*, *Metasequoia*, *Microbiota*, *Papuacedrus*, *Taiwania*, *T. mucronatum*, *Tetraclinis* y *Widdringtonia*. Las paredes transversales noduladas, u ocasionalmente irregulares y noduladas son propias de *Calocedrus*, *C. bakeri* y *C. macnabiana*, *Glyptostrobus*, la mayoría de los *Juniperus*, *Platyclusus*, *T. distichum* y *Thujopsis*. La co-ocurrencia de paredes transversales lisas, irregulares y noduladas se ha observado en *Chamaecyparis*, *Cryptomeria*, *C. goveniana* y *C. macrocarpa*, *Diselma*, *Fokienia*, algunas especies de *Juniperus*, *Pilgerodendron*, *Sequoia* y *Sequoiadendron*.

Dentro de los géneros del hemisferio sur, se ha observado la presencia de paredes transversales exclusivamente lisas en seis de los diez géneros (*Actinostrobus*, *Austrocedrus*, *Callitris*, *Libocedrus*, *Papuacedrus* y *Widdringtonia*), así como en *J. procera* que se distribuye en África tropical. Entre los géneros restantes se encuentran: *Fitzroya*, que presenta paredes transversales irregulares y noduladas; *Diselma*, que presentan todos los tipos; y *Pilgerodendron*, que presenta de manera ocasional paredes transversales noduladas. Por último se encuentra *Neocallitropsis* que carece de parénquima axial. [Boutelje \(1955\)](#) destacó la importancia de la tipología de las paredes transversales para la diferenciación de especies del hemisferio norte y sur.

Pocos son los géneros cuyas paredes transversales son exclusivamente noduladas, como *Calocedrus*, *Platyclusus* y *Thujopsis*. *Juniperus* se caracteriza por presentar paredes transversales generalmente noduladas, acompañadas frecuentemente por irregulares.

5.1.5. Radios leñosos

Composición de los radios

Entre las maderas de coníferas se distinguen dos tipos de radios (excluyendo los que presentan canales resiníferos horizontales), los compuestos únicamente por células de parénquima radial, y los compuestos tanto por células de parénquima radial como por traqueidas radiales ([IAWA Committee 2004](#)). Ocasionalmente, algunas células degeneradas, generalmente en posición marginal, pueden confundirse con traqueidas radiales.

La presencia de traqueidas radiales es muy común en algunas familias de coníferas como Pinaceae. La familia Cupressaceae, en cambio, se caracteriza por la ausencia de este tipo de elementos, describiéndose de manera regular únicamente en *X. nootkatensis*. Las descripciones más antiguas señalan la presencia de “traqueidas radiales traumáticas” en algunas especies de Cupressaceae ([Jeffrey 1908](#); [Holden 1913](#); [Belyea 1919](#); [Jones 1924](#); [Peirce 1937](#)), aunque no está demostrada la generación de traqueidas radiales a consecuencia de un traumatismo.

La presencia de traqueidas radiales se considera como un carácter analítico, empleándose incluso para diferenciar maderas muy similares anatómicamente. Los estudios evolutivos realizados sobre las coníferas muestran la desaparición progresiva de este elemento en los géneros más modernos ([Thompson 1910](#); [Holden 1913](#); [Belyea 1919](#); [Jeffrey 1925](#)), siendo más frecuente en las zonas más primitivas del tallo ([Gordon 1912](#); [Bannan 1934](#)).

En la familia Cupressaceae se han observado traqueidas radiales en *C. arizonica*, *C. bakeri*, *C. duclouxiana*, *C. lusitanica*, *C. macrocarpa*, *Sequoia*, *Thujopsis* y *X. nootkatensis*. En estas muestras las traqueidas radiales se sitúan en las filas marginales de los radios o formando radios de una célula de altura.

La tipología de las paredes del parénquima radial es un carácter analítico que permite hacer asociaciones y diferenciar en algunos casos unos géneros de otros.

Pudiendo ser lisas o noduladas ([IAWA Committee 2004](#)), el tipo de pared final del parénquima radial posee un alto valor diagnóstico en la descripción anatómica. La mayor parte de las coníferas presentan paredes finales lisas, restringiendo la presencia de claramente punteadas o noduladas a algunos géneros. Según señala [IAWA Committee \(2004\)](#), la nodulación presente en Cupressaceae, al igual que ocurre en las paredes transversales del parénquima axial, difiere morfológicamente al resto de coníferas, no siendo realmente punteadas sino que presentan un engrosamiento. [Bannan \(1954\)](#), en su estudio del género *Cupressus*, revela la presencia de ambos tipos de pared dentro de la misma muestra, y aunque no se contempla según [IAWA Committee \(2004\)](#), se ha observado esta simultaneidad en *Calocedrus*, *Cunninghamia*, *Cupressus*, *Diselma*, *Fitzroya*, *Juniperus* y *Xanthocyparis*. Exclusivamente noduladas se han observado en las muestras de *Cal. macrolepis*, *C. bakeri* y en la mayoría de especies de *Juniperus*.

La pared horizontal del parénquima radial puede ser lisa o claramente punteada ([IAWA Committee 2004](#)). Al igual que en las paredes finales, la mayoría de las coníferas presentan paredes horizontales lisas, quedando restringido a unos pocos géneros de Pinaceae las paredes horizontales punteadas, donde el carácter está bien desarrollado y por lo tanto puede ser usado para diagnóstico ([IAWA Committee 2004](#)).

Las hendiduras se encuentran presentes en la mayoría de las coníferas según [IAWA Committee \(2004\)](#). Poseen un alto valor diagnóstico dentro de Cupressaceae, y aunque se recomienda describir este carácter cuando es muy marcado, [Bannan \(1954\)](#) señala que su prominencia es variable dentro de la muestra. Ausentes en géneros como *Actinostrobus*, *Athrotaxis*, *Callitris*, *Libocedrus*, *Microbiota*, *Neocallitropsis*, *Sequoiadendron*, *Tetraclinis* y *Widdringtonia*, se observan claramente en *Chamaecyparis*, *Cupressus*, *Diselma*, *Fitzroya*, *Juniperus*, *Metasequoia*, *Papuacedrus*, *Platycladus*, *Taiwania*, *Thuja* y *Thujopsis*. Parece que la mayoría de los géneros de Cupressaceae del hemisferio sur tienen como patrón la escasa presencia o ausencia de hendiduras (*Actinostrobus*, *Austrocedrus*, *Callitris*, *Libocedrus*, *Neocallitropsis*, *Pilgerodendron* y *Widdringtonia*).

Punteaduras del campo de cruce

El tipo de punteadura en el campo de cruce es muy importante dentro de la identificación de coníferas. [IAWA Committee \(2004\)](#) considera que existen seis tipos de punteaduras: fenestroides o tipo ventana, pinoide, piceoide, cupresoide, taxodioide y araucarioide, pudiendo existir formas intermedias entre algunas de ellas como entre cupresoide y taxodioide. La familia Cupressaceae se caracteriza por presentar unas punteaduras tipo cupresoide y/o taxodioide. Las punteaduras tipo cupresoide se describen con una apertura elíptica incluida, dentro de los límites de la punteadura, lo que las diferencia del tipo piceoide, siendo la apertura más estrecha que el borde. En cambio, las punteaduras tipo taxodioide poseen una larga y ovalada apertura incluida, dicha apertura excede el ancho de la punteadura. Se debe tener especial precaución en maderas de compresión, fósiles o carbonizadas, ya que la apertura de las punteaduras puede verse alterada ([Gerards et al. 2007](#); [IAWA Committee 2004](#)).

Según [IAWA Committee \(2004\)](#), las punteaduras tipo cupresoide son propias de Cupressaceae, algunos géneros de Podocarpaceae y Taxaceae, mientras que las punteaduras tipo taxodioide, además de en Cupressaceae, están presentes en algunos géneros de Pinaceae y muchas especies de Podocarpaceae. Dentro de la familia Taxodiaceae, ahora incluida en Cupressaceae, análisis moleculares, anatómicos y filogenéticos, han aportado suficientes datos para excluir el género *Sciadopitys*, considerándosele perteneciente a una familia distinta, Sciadopityaceae. Una de las características anatómicas más representativas que apoyan esta división es la presencia de punteaduras de campo de cruce tipo ventana en *Sciadopitys*. En este estudio se ha observado la presencia de punteaduras tipo cupresoide y taxodioide en *Athrotaxis*, *Cryptomeria*, *Glyptostrobus*, *Metasequoia*, *Sequoia*, *Sequoiadendron*, *T. distichum* y *Thuja*, todas ellas salvo *Thuja*, pertenecientes a la antigua familia Taxodiaceae.

En la categorización del número de punteaduras por campo de cruce, se ha tenido en cuenta que el intervalo seleccionado represente la mayor cantidad de campos de cruce en cada especie, debido a la gran variabilidad existente dentro de una misma muestra ([Bannan 1952, 1954](#)). [IAWA Committee \(2004\)](#) considera cuatro rangos, entre 1 y 2, entre 1 y 3, entre 3 y 5, y entre 6 o más. Se ha observado un rango común entre 1 y 2 o entre 1 y 3 por campo para la mayoría de las especies, con máximos entre 3 y 5 en *Fitzroya*, *Fokienia*, *Glyptostrobus*, *Libocedrus*, *Microbiota*, *Neocallitropsis*, *Sequoia*, *Sequoiadendron*, *T. distichum*, *Widdringtonia* y *X. vietnamensis*. Al igual que señala [Bannan \(1952, 1954\)](#), se ha observado que en los radios de menor altura o en las células marginales se presenta un mayor número de punteaduras, que decrece desde la madera de primer crecimiento hasta la madera final dentro del anillo.

Dimensiones de los radios

Todas las características que se refieren a la altura y ancho de los radios, excluyen a aquellos radios que contienen canales resiníferos (radios fusiformes). [IAWA Committee \(2004\)](#) categoriza cuatro tipos de altura según el número de células: muy bajo (menos de 4 células de altura), medio (entre 5 y 15 células de altura), alto (entre 16 y 30 células de altura) y muy alto (más de 30 células de altura). Aunque no existe información concluyente al respecto, algunos autores consideran que la altura de los radios se ve influenciada por las condiciones medioambientales ([Bannan 1952, 1954](#)). Es llamativa la diferencia de valores que aparecen en distintos estudios, como ya señaló [Greguss \(1955\)](#), probablemente debida al origen y situación de la muestra en el árbol. [Peirce \(1936\)](#) resta importancia taxonómica a este carácter debido a ello, considerando la tendencia de alturas con cierto valor diagnóstico. Se ha observado que la mayoría de especies dentro de Cupressaceae, presentan un rango de alturas entre 5 y 15 células, con máximos próximos a 20 células de altura, y como excepción de más de 30 células de altura en *C. sempervirens*, *Sequoia sempervirens*, *W. whytei* y *X. nootkatensis*. Las alturas más bajas, generalizadas entre 1 y 10 células, se han observado en *Act. acuminatus*, *Act. arenarius*, *Act. pyramidalis*, *Ch. formosensis*, *Ch. lawsoniana*, *Ch. obtusa*, *Ch. pisifera*, *Ch. thyoides*, *Diselma archeri*, *J. ashei*, *J. blancoi*, *J. brevifolia*, *J. californica*, *J. cedrus*, *J. chinensis*, *J. communis*, *J. drupacea*, *J. foetidissima*, *J. indica*, *J. monosperma*, *J. osteosperma*, *J. oxycedrus*, *J. pinchotii*, *J. przewalskii*, *J. rigida*, *J. saltuaria*, *J. squamata*, *J. taxifolia*, *J. tibetica*, *Microbiota decussata*, *Papuacedrus papuana*, *Th. koriaensis*, *Th. occidentalis*, *Th. sutchuensis*, *W. cedarbergensis* y *X. vietnamensis*.

Aunque [IAWA Committee \(2004\)](#) no lo considera como un carácter analítico, [Shimakura \(1936\)](#) contempla el volumen de los radios leñosos y su influencia en las propiedades físicas de la madera, teniendo en cuenta su variación dentro del tronco, como una característica importante.

Los radios leñosos pueden ser exclusivamente uniseriados o bi/tri-seriados en parte ([IAWA Committee 2004](#)). Exclusivamente uniseriados considera la presencia esporádica de algunos radios parcialmente biseriados, mientras que la siguiente categoría engloba una biseriación mínima del 10% del largo en la mayoría de los radios. En algunos géneros como *Austrocedrus* o *Fitzroya*, [Peirce \(1937\)](#) describe la mitad de los radios como biseriados, posiblemente debido a la localización de la muestra dentro del árbol, influenciada por la edad cambial ([Kucera y Bosshard 1975](#)), siendo más posible la presencia de radios biseriados en el anillo periférico anual y en la parte inferior del tallo. Como señala [Gray \(1973\)](#), la presencia de radios multiseriados en coníferas es muy escasa, generalmente asociados a la presencia de canales resiníferos o como respuesta traumática ([Bannan 1950; Kucera y Bosshard 1975; Sugawa y Fujii 1993](#)). Aunque se cita frecuentemente la presencia de radios leñosos parcialmente biseriados en la mayoría de las especies de Cupressaceae, se han observado únicamente en *Austrocedrus*, *Cunninghamia*, *C. lusitanica*, *Papuacedrus*, *T. mucronatum*, *Tetraclinis* y *X. nootkatensis*.

Un anormal crecimiento en la base de los árboles de *Ch. obtusa*, se debe a una enfermedad denominada como “tokkuri”. Esta zona de la madera, particularmente hinchada, presenta una estructura anatómica distorsionada, con abundantes radios multiseriados de altura muy superior a la normal y con presencia de abundante trabécula ([Kobayashi 1956; Yamanaka 1985; Yamamoto et al. 1993; Nakada y Kawamura 2002](#)).

5.1.6. Canales resiníferos

No se ha observado la presencia de canales resiníferos fisiológicos en ninguna especie de Cupressaceae. Se describen canales traumáticos en *Act. pyramidalis* ([Baker y Smith 1910](#)), *Ca.*

drummondii (Greguss 1972), *Ch. obtusa* (Yang y Yang 1987), *Cryptomeria* (Kato 2008), *C. arizonica* (Penhallow 1907), *Metasequoia* (Fang y Wu 2010), *Sequoia* (Penhallow 1896; Jeffrey 1903; Holden 1913; Dallimore y Jackson 1923; Jones 1924; Record 1934; Brown et al. 1949; Jacquot 1955; Harrar 1957; Panshin y Zeeuw 1964; Jane 1970; Barefoot y Hankins 1982; Wilson y White 1986; Carvalho 1996; Heinz 2004; IAWA Committee 2004), *Sequoiadendron* (Jeffrey 1903; Holden 1913; Jones 1924; Jeffrey 1925; Jacquot 1955; Barefoot y Hankins 1982) y *Th. plicata* (De y Datta 1987), aunque sólo se han observado en *Diselma*, *Sequoia* y *Tetraclinis*. Sin definir su origen traumático o fisiológico también se describen en *Cu. lanceolata* (Tang 1933), *C. funebris* (Gamble 1902), *C. macrocarpa* (De y Datta 1987), *Microbiota* (Benkova y Schweingruber 2004) y *Sciadopitys* (Dallimore y Jackson 1923). Shimakura (1937) considera que dentro de la familia Cupressaceae no se observan verdaderos canales resiníferos traumáticos, sino que se observa una malformación como respuesta al traumatismo como una agrupación de células resinosas sin un canal en el centro. Entre otros géneros de Cupressaceae, Shimakura (1937) añade esta característica a *Cunninghamia*, *Cryptomeria* y *Taiwania*. La cantidad y origen de los canales resiníferos dentro de coníferas se explica, según Bliss (1918), Jeffrey (1925) y Greguss (1955), por la evolución de las especies. Jeffrey (1925) teoriza que la presencia esporádica de traqueidas radiales, junto con la ausencia de canales resiníferos fisiológicos, corrobora la teoría de que Cupressaceae deriva de Pinaceae.

5.1.7. Inclusiones minerales

No se ha observado ni descrito la presencia de inclusiones minerales en ninguna especie de Cupressaceae.

5.2. Identificación de caracteres ancestrales y sinapomorfías

Como se ha descrito en la Introducción, el estudio anatómico de la madera aporta desde la utilidad práctica de identificación de maderas, hasta proporcionar una herramienta excelente en el estudio de la evolución adaptativa, según los diferentes tipos de caracteres que existen dentro de la misma (Olson 2005).

Existen diversas teorías sobre los posibles mecanismos que han influenciado en la evolución de las células de xilema. Actualmente se conoce el gran impacto que presentan las condiciones ambientales en las características anatómicas, por el cual taxones muy próximos presentan características anatómicas muy diferentes según su región de procedencia. Se sabe que algunas tendencias ecológicas son los principales motores en la evolución anatómica de la madera a través de la adaptación. Por ello, la identificación de caracteres ancestrales representa un valor añadido en el estudio anatómico de la madera y proporciona un importante recurso en el estudio filogenético de las plantas.

Se han empleado las características anatómicas descritas por [IAWA Committee \(2004\)](#) como base para la delimitación de caracteres, entre ellos se ha realizado una selección de los mismos para poder describir el patrón de evolución de la madera de Cupressaceae y definir los posibles caracteres ancestrales. Se han seleccionado aquellos caracteres anatómicos que contienen información filogenética, rechazando aquellos que no se presentan de manera constante en todas las muestras de una misma especie y los que se ven afectados por las condiciones ambientales o por la posición de la muestra en el árbol. La Tabla 44 muestra los caracteres anatómicos de la madera seleccionados, su codificación y su estado según su variación dentro de Cupressaceae. La Tabla 45 muestra la matriz de datos de los caracteres seleccionados (Tabla 44) para cada género.

Tabla 44. Características anatómicas de la madera y estado del carácter.

Carácter	Estado del carácter
1	Punteaduras tangenciales: ausentes (0); presentes (1)
2	Depósitos en traqueidas axiales: ausentes (0); presentes (1)
3	Espacios intercelulares: ausentes (0); presentes (1)
4	Punteaduras radiales con toro: no definido (0); definido (1)
5	Punteaduras areoladas con extensiones de toro: ausentes (0); presentes (1)
6	Muecas en el borde de las punteaduras areoladas: ausentes (0); presentes (1)
7	Verrugosidades: ausentes (0); presentes (1)
8	Engrosamientos helicoidales: ausentes (0); presentes (1)
9	Engrosamientos callitroides: ausentes (0); presentes (1)
10	Parénquima axial: ausente (0); paredes transversales lisas (1); paredes transversales irregulares (2); paredes transversales noduladas (3)
11	Traqueidas radiales: ausentes (0); presentes (1)
12	Paredes finales del parénquima radial: lisas (0); noduladas (1)
13	Paredes horizontales del parénquima radial: lisas (0); punteadas (1)
14	Hendiduras: ausentes (0); presentes (1)
15	Tipo de punteaduras del campo de cruce: piceoide (0); cupresoide (1); taxodioide (2)
16	Radios leñosos: uniseriados (0); parcialmente biseriados (1)
17	Canales resiníferos fisiológicos: ausentes (0); presentes (1)

Tabla 45. Resumen de las características anatómicas de la madera y sus estados por géneros.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>Actinostrobus</i>	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Athrotaxis</i>	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1&2	0	0	0	0	1&2	0	0
<i>Austrocedrus</i>	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0&1	1	0&1	0
<i>Callitris</i>	0&1	0&1	0&1	1	0	0	0&1	0	0&1	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Calocedrus</i>	0&1	0	0&1	1	0	0&1	1	0	0	3	0	0&1	0	0&1	1	0	0
<i>Chamaecyparis</i>	1	0	0&1	1	0	0&1	1	0	0	1&2&3	0	0	0	1	1	0	0
<i>Cryptomeria</i>	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1&2&3	0	0	0	0&1	1&2	0	0
<i>Cunninghamia</i>	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1&2	0	0&1	0	0&1	1	0&1	0
<i>Cupressus</i> ¹	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1&2&3	0&1	0&1	0	1	1	0&1	0
<i>Cupressus</i> ²	1	0	1	1	0&1	0&1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Diselma</i>	0&1	0	0	1	1	0	1	0	0	1&2&3	0	0&1	0	1	1	0	0
<i>Fitzroya</i>	1	0	0	1	1	0	1	0	0	2&3	0	0&1	0	1	1	0	0
<i>Fokienia</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1&2&3	0	0	0	0&1	1	0	0
<i>Glyptostrobus</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2&3	0	0	0	0&1	1&2	0	0
<i>Juniperus</i>	1	0	1	1	0&1	0&1	1	0	0	1&2&3	0	0&1	0	1	1	0	0
<i>Libocedrus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Metasequoia</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1&2	0	0	0	1	1&2	0	0
<i>Microbiota</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1&2	0	0	0	0	1	0	0
<i>Neocallitropsis</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Papuacedrus</i>	0&1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0&1	0
<i>Pilgerodendron</i>	0&1	0	1	1	1	0	1	0	0	1&2&3	0	0	0	0&1	1	0	0
<i>Platycladus</i>	0&1	0	0	1	0	0	1	0	0	3	0	0	0	1	1	0	0
<i>Sequoia</i>	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1&2&3	0&1	0	0	0&1	1&2	0	0
<i>Sequoiadendron</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1&2&3	0	0	0	0	1&2	0	0
<i>Taiwania</i>	0&1	0	0	1	0	1	1	0	0	1&2	0	0	0	1	1	0	0
<i>Taxodium</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1&2&3	0	0	0	0&1	1&2	0&1	0
<i>Tetraclinis</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1&2	0	0	0	0	1	0&1	0
<i>Thuja</i>	1	0	0	0	0	0&1	1	0	0	0	0	0	0	1	1&2	0	0
<i>Thujopsis</i>	0&1	0	0	0	0	1	1	0	0	3	0&1	0	0	1	1	0	0
<i>Widdringtonia</i>	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Xanthocyparis</i>	1	0	0	1	0	0&1	1	0	0	0	0&1	0&1	0	0&1	1	0&1	0
<i>Taxus</i> *	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0&1	1	1	0&1	0
<i>Picea</i> *	1	0	0	1	0	0	0	0&1	0	0	1	1	1	1	0	0	1

*Géneros considerados como outgroup en el estudio de caracteres ancestrales. ¹Región occidental. ²Región oriental.

Las herramientas moleculares han permitido afirmar que el género *Cupressus* no es monofilético, sino que procede de dos grupos geográficamente diferenciados. Debido a ello, en la tabla 45, el género *Cupressus* se ha dividido en dos grupos diferenciados según su región de procedencia, uno correspondiente a la región americana (región occidental) y otro a la región euroasiática (región oriental). Se ha empleado como base para el estudio de caracteres ancestrales una robusta filogenia molecular de Cupressaceae (Yang et al. 2012), adaptada y completada con estudios filogenéticos específicos para los géneros *Cupressus* (Little 2006) y *Callitris* (Gadek et al. 2000; Piggin y Bruhl 2010), al no estar representadas todas sus especies en el árbol original (Figura 10). Se han considerado como outgroups los géneros *Picea* A.Dietr. y *Taxus* L., cuyas características anatómicas se representan en la Tabla 45 según fuentes bibliográficas (Esteban et al. 2002).

La Figura 50 muestra un mapa filogenético de los caracteres anatómicos de Cupressaceae sobre la figura 10. Los números corresponden a las características descritas en la tabla 44.

La ausencia de engrosamientos helicoidales en las traqueidas axiales soporta un sinapomorfismo de la familia desde el género *Cunninghamia*. Dicho género deriva de un nodo basal que incluye géneros que contienen traqueidas axiales con engrosamientos helicoidales (Stefanović et al. 1998) que posteriormente se perdieron en Cupressaceae (Figura 50). Del mismo modo, la presencia de radios homogéneos (sólo parénquima radial) desde el género *Cunninghamia* también puede considerarse un sinapomorfismo de Cupressaceae, ya que la ausencia de traqueidas radiales es común a toda la familia, salvo en algunas especies de *Cupressus*, *Sequoia* y *Thujopsis* de manera ocasional y en *X. nootkatensis* siempre presentes, pudiendo interpretarse dicha presencia como una condición de reversibilidad. Además, la presencia de traqueidas radiales fortalece el clado *Xanthocyparis-Cupressus*¹. Por otro lado, las punteaduras de los campos de cruce de tipo cupressoide también puede considerarse un sinapomorfismo; incluso la presencia de punteaduras taxodioide, presente en *Athrotaxis*, *Cryptomeria*, *Glyptostrobus*, *Metasequoia*, *Sequoia*, *Sequoiadendron*, *Taxodium* y *Thuja*, todos ellos salvo *Thuja* pertenecientes a la antigua familia Taxodiaceae, fortaleciendo los clados taxodioid y sequoioid. En Cupressaceae *sensu stricto*, coincidiendo con Gadek et al. (2000), la ausencia de toro definido en las traqueidas axiales, puede considerarse un sinapomorfismo que fortalece el clado *Thuja-Thujopsis*.

La ausencia de canales resiníferos normales en Cupressaceae, también puede considerarse un sinapomorfismo. De hecho, estudios moleculares (Gugerli et al. 2001) han puesto de manifiesto la presencia de dos grupos monofiléticos, claramente diferenciados en coníferas, Pinaceae (maderas con canales resiníferos) y no-Pinaceae (maderas sin canales), ambos grupos divergentes de un ancestro común. En cuanto a la presencia de canales traumáticos en los géneros de *Diselma*, *Tetraclinis* y *Sequoia*, puede interpretarse que tras la realización de una herida, la aparición de dichos canales indica una reversibilidad a su condición más primitiva (Jeffrey 1917).

La presencia de verrugosidades en todos los géneros estudiados (excepto *Libocedrus*, *Neocallitropsis* y *Papuacedrus*) permite proponer como sinapomorfismo a este carácter, pudiendo interpretarse su ausencia como una condición de reversibilidad en *Libocedrus*, *Neocallitropsis* y *Papuacedrus*. Además, el clado *Actinostrobus-Callitris* se ve fortalecido por la presencia de una capa verrugosa en ambos con verrugas más prominentes y largas que en el resto de géneros, a veces anastomosadas (Esteban et al. 2015), *Actinostrobus-Callitris* se caracteriza también por presentar engrosamientos callitroides, carácter exclusivo entre todas las coníferas, fortaleciendo el clado que forman dentro de callitroid. La presencia de punteaduras tangenciales no presenta un patrón homogéneo dentro de la familia, por lo que no se puede considerar como sinapomorfismo.

La presencia de depósitos en las traqueidas axiales se ha observado únicamente en el género *Widdringtonia* y en una de las especies de *Callitris*.

Figura 50. Mapa filogenético de las sinapomorfías basadas en las características anatómicas de la madera de Cupressaceae. Una línea: sinapomorfismo; Cruz: reversibilidad; Doble línea: paralelismo. ¹Región occidental. ²Región oriental.

La presencia de espacios intercelulares se delimita a unos pocos géneros del hemisferio sur, siendo más frecuentes en el hemisferio norte y ausentes en la antigua familia Taxodiaceae. Puede considerarse un sinapomorfismo que fortalece el clado *Juniperus-Cupressus*².

La existencia de extensiones en el toro en nueve géneros de Cupressaceae, podría tenerse en cuenta por su distribución geográfica. Siete de estos géneros se encuentran en el hemisferio sur (*Actinostrobus*, *Athrotaxis*, *Austrocedrus*, *Diselma*, *Fitzroya*, *Pilgerodendron* y *Widdringtonia*) y a excepción de *Athrotaxis*, pertenecen al clado callitroid. Su presencia en el clado *Diselma-Fitzroya-Widdringtonia* le fortalece, pudiendo proponerse como sinapomorfismo para el mismo. El hecho de que diverja desde *Athrotaxis* y que aparezca con fuerza en el clado callitroid supone una reversibilidad desde el monofilo de Cupressaceae *sensu stricto*, quedando excluido del clado taxodioid. En cuanto a las muescas en el borde de las punteaduras areoladas de las traqueidas axiales, aparece como carácter basal y reaparece sin mantener un patrón homogéneo, fortaleciendo los clados de *Juniperus-Cupressus*² y *Thuja-Thujopsis*.

La presencia generalizada de parénquima axial en todos los géneros de Cupressaceae, salvo en *Neocallitropsis*, *Thuja* y *Xanthocyparis*, permite proponer a este carácter también como sinapomorfismo. La naturaleza lisa o nodulada de las paredes transversales no aportan información relevante debido a la posible simultaneidad de presencia de paredes lisas-irregulares y lisas-noduladas.

Las paredes finales del parénquima radial tanto lisas como noduladas aparecen en el género *Cunninghamia*, desapareciendo el tipo nodulado en el resto de la familia, y reapareciendo de nuevo en Cupressaceae *sensu stricto*, fortaleciendo los clados *Fitzroya-Diselma* y *Xanthocyparis-Cupressus*¹. En cuanto a las paredes horizontales lisas del parénquima radial también puede proponerse como sinapomorfismo. Según [Farjon \(2001\)](#), la presencia de hendiduras puede utilizarse como valor diagnóstico en Cupressaceae *sensu lato*. De hecho, los resultados de este trabajo junto a otras referencias permiten afirmar que la presencia de hendiduras puede proponerse como sinapomorfismo, observándose como ausentes en el clado *Actinostrobus-Callitris-Neocallitropsis*.

Finalmente, la presencia generalizada de radios leñosos uniseriados en Cupressaceae no presenta información relevante, al ser característica generalizada en las coníferas.

6. CONCLUSIONES

- La anatomía de la madera de los 30 géneros de Cupressaceae, pone de manifiesto la gran homogeneidad de la familia, caracterizada por la presencia de traqueidas axiales sin engrosamientos helicoidales, parénquima radial con paredes horizontales lisas, punteaduras del campo de cruce de tipo cupresoide y la carencia de canales resiníferos fisiológicos. Además, todos presentan parénquima axial (salvo *Neocallitropsis*, *Thuja* y *Xanthocyparis*), punteaduras radiales areoladas con toro (salvo *Thuja* y *Thujopsis*), siendo habitual la presencia de punteaduras areoladas en las paredes tangenciales de la madera tardía, y verrugosidades en la cara interna de las traqueidas (salvo en *Ca. macleayana*, *Libocedrus*, *Papuacedrus* y *Neocallitropsis*). Los radios leñosos son homogéneos y están compuestos de parénquima radial (con la presencia de traqueidas radiales en algunas especies de *Cupressus*, *Sequoia*, *Thujopsis* y *X. nootkatensis*) con paredes finales lisas o lisas y noduladas (exclusivamente noduladas en *Cal. macrolepis*, *C. bakeri* y en la mayoría de especies de *Juniperus*), y el rango de altura de los radios leñosos se encuentra entre 5 y 15 células.
- La presencia de verrugosidades en la cara interna de las traqueidas, de traqueidas axiales sin engrosamientos helicoidales, de parénquima axial, de radios leñosos homogéneos (compuestos únicamente de parénquima radial), la tipología de las paredes horizontales del parénquima radial, las punteaduras del campo de cruce de tipo cupresoide y la ausencia de canales resiníferos fisiológicos, se pueden considerar sinapomorfías, pero lo que realmente diferencia a este grupo de coníferas es la simultaneidad de todos estos caracteres en sus maderas.
- El clado formado por el género *Juniperus* y las especies de *Cupressus* en la región oriental se ve fortalecido por la presencia de espacios intercelulares y las muescas en el borde de las punteaduras.
- La ausencia de toro definido y muescas en el borde de las punteaduras se ha observado en el clado *Thuja-Thujopsis*.
- La presencia de extensiones de toro en el clado *Diselma-Fitzroya-Widdringtonia*.
- El clado *Callitris-Actinostrobus* se caracteriza por la presencia de engrosamientos callitroides.
- Los clados formados por el género *Xanthocyparis* y las especies de *Cupressus* en la región occidental y por *Fitzroya* y *Diselma*, se ven fortalecidos por la presencia de paredes finales del parénquima radial tanto lisas como noduladas.
- La presencia de punteaduras del campo de cruce de tipo taxodioide fortalece los clados taxodioid y sequoioid.

7. BIBLIOGRAFÍA

Abbate M (1978) Caratteristiche anatomiche e fisico-meccaniche di alcune conifere esotiche provenienti da Vallombrosa. Contrib.Sci.-Prat.migl.Conosc.Util.Legno:19-36

Adamopoulos S, Koch G (2011) Wood structure and topochemistry of *Juniperus excelsa*. IAWA Journal 32:67-76

Adams RP (2011) Junipers of the world: the genus *Juniperus*. Trafford Publishong, United States of America

Adams RP, Bartel JA, Price RA (2009) A new genus, *Hesperocyparis*, for the cypresses of the Western Hemisphere (Cupressaceae). Phytologia 91(1):160-185

Ahuja M (2009) Genetic constitution and diversity in four narrow endemic redwoods from the family Cupressaceae. Euphytica 165:5-19

Akkemik U, Yaman B (2012) Wood Anatomy of Eastern Mediterranean Species. Kessel Publishing House, Germany

Alden HA (1997) Softwoods of North America. US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, USA

Anderson S (1995) To smell a tree. Journal of forestry. 93:10

Arana MV, Gallo LA, Vendramin GG, Pastorino MJ, Sebastiani F, Marchelli P (2010) High genetic variation in marginal fragmented populations at extreme climatic conditions of the Patagonian Cypress *Austrocedrus chilensis*. Molecular phylogenetics and evolution 54:941-949

Arana MV, Buonamici A, Sebastiani F, Alia R, Gallo LA, Marchelli P, Moreno C, Vendramin GG (2008) Development of highly polymorphic tetranucleotide microsatellite markers in *Austrocedrus chilensis*. Molecular ecology resources 8:887-889

Bailey IW (1957) The potentialities and limitations of wood anatomy in the study of the phylogeny and classification of angiosperms. Journal of the Arnold Arboretum 38:243-254

Bailey IW, Faull AF (1934) The cambium and its derivative tissues. IX. Structural variability in the redwood *Sequoia sempervirens*, and its significance in the identification of fossil woods. Journal of the Arnold Arboretum 15: 233-254.

Baker RT, Smith HG (1910) A research on the pines of Australia. S.W.Govt. Printer, Sydney

Bamber RK (1984) Wood anatomy: past, present and future. En: Sudo S (ed) Proceedings Pacific Regional Wood Anatomy Conference, Tsukuba, Japan, pp 6-12

Bannan MW (1954) The wood structure of some Arizonan and Californian species of *Cupressus*. Canadian Journal of Botany 32:285-307

Bannan MW (1952) The microscopic wood structure of North American species of *Chamaecyparis*. Canadian Journal of Botany 30:170-187

- Bannan MW (1950) Abnormal xylem rays in *Chamaecyparis*. American Journal of Botany 37:232-237
- Bannan MW (1944) Wood structure of *Libocedrus decurrens*. American Journal of Botany 31:346-351
- Bannan MW (1942) Wood structure of the native Ontario species of *Juniperus*. American Journal of Botany 29:245-252
- Bannan MW (1941) Wood structure of *Thuja occidentalis*. Botanical Gazette 103:295-309
- Bannan MW (1934) Origin and cellular character of xylem rays in gymnosperms. Botanical Gazette 96:260-281
- Bannister JR, Le Quesne C, Lara A (2008) Estructura y dinámica de bosques de *Pilgerodendron uviferum* afectados por incendios en la Cordillera de la Costa de la Isla Grande de Chiloé. Bosque 29:33-43
- Barefoot AC, Hankins FW (1982) Identification of modern and tertiary woods. Oxford University Press., New York
- Bartel JA, Adams RP, James SA, Mumba LE, Pandey RN (2003) Variation among *Cupressus* species from the western hemisphere based on random amplified polymorphic DNAs. Biochemical Systematics and Ecology 31: 693--702
- Bauch J, Liese W, Schultze R (1972) The morphological variability of the bordered pit membranes in gymnosperms. Wood Science and Technology 6:165-184
- Beaulieu JM, Tank DC, Donoghue MJ (2013) A Southern Hemisphere origin for campanulid angiosperms, with traces of the break-up of Gondwana. BMC Evol Biol 13:80-97
- Belyea H (1919) Ray tracheid structure in second growth *Sequoia washingtoniana*. Botanical Gazette 68:467-473
- Benkova VE, Schweingruber FH (2004) Anatomy of Russian woods. An atlas for the identification of trees, shrubs, dwarf shrubs and woody lianas from Russia. Haupt Verlag, Berna
- Bergman R, Cai Z, Carll CG, Clausen CA, Dietenberger MA, Falk RH, Frihart CR, Glass SV, Hunt CG, Ibach RE (2010) Wood Handbook. Wood as an Engineering Material. Department of Agriculture. Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, USA
- Bernath E (1937) Coniferous forest trees of Chile. Trop Woods 52:19-26
- Berni C, Bolza E, Christensen F (1979) South American timbers-the characteristics, properties and uses of 190 species. Division of Building Research, CSIRO., Melbourne. Australia
- Blanco ML, Carpio IM, Muñoz F (2005) Fichas técnicas de veinte especies maderables de importancia comercial en Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Costa Rica
- Bliss MC (1918) Interrelationships of the Taxineae. Botanical Gazette 66:54-60
- Boland DJ, Brooker MIH, Chippendale GM, Hall N, Hyland BPM, Johnston RD, Kleinig DA, McDonald MW, Turner JD (2006) Forest trees of Australia. Csiro, Australia

- Bond BH (2002) Wood identification for hardwood and softwood species native to Tennessee. Agricultural Extension Service, University of Tennessee
- Borja de la Rosa, A., Machuca R, Fuentes Salinas M, Ayerde Lozada D, Fuentes López M, Quintero Alcantar A (2010) Caracterización tecnológica de la madera de *Juniperus flaccida* var. poblana Martínez. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente 16:261-280
- Bosshard H (1982) Holzkunde. Band 1: Mikroskopie und Makroskopie des Holzes. 2., überarbeitete Auflage. Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Stuttgart
- Boutelje JB (1955) The wood anatomy of *Libocedrus* Endl., *s. lat.*, and *Fitzroya* JD Hook. Acta Hort. Berg 17:177-216
- Bran D, Pérez A, Barrios D, Pastorino M, Ayesa J (2002) Eco-región valdiviana: distribución actual de los bosques de "Ciprés de la Cordillera" (*Austrocedrus chilensis*). Escala 1:250.000. INTA. Administración de Parques Nacionales. Fundación Vida Silvestre
- Brodersen C (2013) Visualizing wood anatomy in three dimensions with high-resolution X-ray micro-tomography (μ CT) –a review–. IAWA Journal 34:408-424
- Brown HP (1928) Atlas of the commercial woods of the United States. Bulletin of The New York State College of Forestry at Syracuse University, USA
- Brown HP, Panshin AJ (1940) Commercial timbers of the United States: their structure, identification, properties, and uses. McGraw-Hill, New York.
- Brown HP, Panshin AJ, Forsaith CC (1949) Textbook of wood technology. McGraw-Hill, New York.
- Brown WH (1978a) Timbers of the world: 7. North America. Timber Research and Development Association, High Wycombe, England
- Brown WH (1978b) Timbers of the world: 6. Europe. Timber Research and Development, High Wycombe, England
- Brown WH (1978c) Timbers of the World: 5. Philippines and Japan. Timber Reserach and Development Association, High Wycombe, England
- Brown WH (1978d) Timbers of the World: 3. Southern Asia. Timber Research and Development Association, High Wycombe, England
- Brunsfeld SJ, Soltis PS, Soltis DE, Gadek PA, Quinn CJ, Strenge DD, Ranker TA (1994) Phylogenetic relationships among the genera of Taxodiaceae and Cupressaceae: evidence from *rbcL* sequences. Systematic Botany 19(2):253-262
- Burgerstein A (1908) Vergleichende anatomie des holzes der koniferen. Wiesner Festschrift.:101-112
- Butterfield BG, Meylan BA (1980) Three-dimensional structure of wood: an ultrastructural approach. Chapman and Hall., London, New York.
- Carlquist S (1980) Further concepts in ecological wood anatomy, with comments on recent work in wood anatomy and evolution. Aliso 9(4):499-553

- Carvalho A (1996) Madeiras Portuguesas. Estrutura anatómica, propriedades e utilizações. Vol. II. Direcção Geral das Florestas, Lisboa
- Cecchini G (1952) L'identificazione dei Legnami. Editore Ulrico Hoepli, Milano
- Chalk L (1962) Wood anatomy.[Chairmans address.]. Adv Sci 18:460-466
- Chang ST, Wang SY, Cheng SS (2000) Environmental effects on the color of sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) heartwood. Journal of wood science 46:390-394
- Chang ST, Wang SY, Cheng SS (1999b) Red color enhancement of sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) heartwood by light irradiation. Journal of wood science 45:271-273
- Chang ST, Wang SY, Su YC, Huang SL, Kuo YH (1999a) Chemical Constituents and Mechanisms of Discoloration of Taiwania (*Taiwania cryptomerioides* Hayata) Heartwood. The Structure Reconfirmation and Conversion Mechanism of Taiwanin A. Holzforschung 53:142-146
- Chase MW, Soltis DE, Olmstead RG, Morgan D, Les DH, Mishler BD, Duvall MR, Price RA, Hills HG, Qiu YL (1993) Phylogenetics of seed plants: an analysis of nucleotide sequences from the plastid gene *rbcL*. Annals of the Missouri Botanical Garden 80(3):528-580
- Chaw SM, Zharkikh A, Sung HM, Lau TC, Li WH (1997) Molecular phylogeny of extant gymnosperms and seed plant evolution: analysis of nuclear 18S rRNA sequences. Molecular Biology and Evolution 14(1):56-68
- Chudnoff M (1984) Tropical timbers of the world. US Department of Agriculture, Forest Service, USA
- Chudnoff M (1956) Minute anatomy and identification of the woods of Israel. Ilanot 3:37-52
- Ciampi C (1943) Ricerche sulla istologia del legno secondario della Gymnospermae. VII. Studio istologico del legno secondario di *Juniperus chinensis* L. Nuovo G.bot.ital.(NS) 49:424-426
- Clark J (2003) Artificial neural networks for species identification by taxonomists. BioSystems 72:131-147
- Collardet J, Besset J (1992) Les Bois commerciaux et leurs utilisations. Tome I. Bois résineux (conifères). H. Vial – Centre Technique du Bois et de l'Ameublement
- Contreras-Medina R, Vega IL (2002) On the distribution of gymnosperm genera, their areas of endemism and cladistic biogeography. Australian Systematic Botany 15:193-203
- Core HA, Côté WA, Day AC (1979) Wood structure and identification. Syracuse University Press, Syracuse, New York
- Côté WA (1965) Cellular ultrastructure of woody plants. Syracuse University Press, EEUU
- Cox HA (1939) A handbook of Empire timbers. Empire Marketing Board, London
- Crisp M, Trewick S, Cook L (2011) Hypothesis testing in biogeography. Trends in Ecology and Evolution 26:66-72

- Crisp M, Cook L (2005) Do early branching lineages signify ancestral traits?. *Trends in Ecology & Evolution* 20:122-128
- Cristiani LQ (1978) Identificación macroscópica de maderas comerciales argentinas. *Revista del Instituto Municipal de Botánica* 4:5-75
- Cronshaw J (1961) The nature of callitroid thickenings. *J.Inst.Wood Sci* 8:12-13
- Cronshaw J, Davies G, Wardrop A (1961) A note on the wart structure of conifer tracheids. *Holzforschung* 15:75-78
- Dadswell HE, Eckersley AM (1935) The identification of the principal commercial Australian timbers other than eucalypts. C.S.I.R. Bulletin, Melbourne, Australia
- Dallimore W, Jackson AB (1923) A handbook of Coniferae including Ginkgoaceae. Edward Arnold & Co., London
- Danti R, Della Rocca G, Mori B, Torraca G, Calamassi R, Mariotti Lippi M (2010) Old World and New World *Cupressus* pollen: morphological and cytological remarks. *Plant Systematics and Evolution* 287:167-177
- Davies GW, Ingle HD (1966) Wall Thickening in *Callitris glauca* R. BR. *Nature* 209:826-827
- De B, Datta P (1987) Xylotomy of coniferous timber trees of Darjeeling (West Bengal). *J. Pl. Anat. Morph* 4(2):117-127
- De Magistris AA (1997) Anatomía de la madera de las especies de *Cupressus* (Cupressaceae) cultivadas en la Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 33(1-2):91-105
- de Palacios P, Esteban LG, Fernández FG, García-Iruela A, Conde M, Román-Jordán E (2014) Comparative wood anatomy of *Juniperus* from Macaronesia. *IAWA Journal* 35(2):168-198
- de Palacios (1997) Anatomía de maderas de coníferas a nivel de especie. Región norteamericana y europea. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid
- Debreczy Z, Musial K, Price RA, Rácz I (2009) Relationships and nomenclatural status of the Nootka cypress (*Callitropsis nootkatensis*, Cupressaceae). *Phytologia* 91(1):140-159
- Detienne P, Jacquet P (1993) Identification des bois de l'île de la Réunion. CIRAD-Forêt, Montpellier
- Díaz-Vaz JE (2003) Anatomía de maderas. Marisa Cuneo Ediciones, Valdivia, Chile.
- Díaz-Vaz JE (1985a) *Austrocedrus chilensis*, descripción anatómica. *Bosque* 6:49-50
- Díaz-Vaz JE (1985b) *Pilgerodendron uvifera*, descripción anatómica. *Bosque* 6:123-124
- Díaz-Vaz JE (1983) *Fitzroya cupressoides*, descripción anatómica. *Bosque* 5(1):47-49
- Díaz-Vaz JE (1979) Claves para la identificación de maderas de árboles nativos y cultivados en Chile. *Bosque* 3:15-25

- Donoghue MJ, Bell CD & Li J. 2001. Phylogenetic patterns in Northern Hemisphere plant geography. *Int. J. Plant Sci.* 162(6 Suppl.): S41--S52.
- Dute R, Hagler L, Black A (2008) Comparative development of intertracheary pit membranes in *Abies firma* and *Metasequoia glyptostroboides*. *IAWA Journal* 29(3):277-289
- Eckenwalder JE (1976) Re-evaluation of Cupressaceae and Taxodiaceae: a proposed merger. *Madrono* 23(5):237-256
- Edlmann ML, del Monaco S (1981) Atlante micrografico di 110 specie legnose delle Corea. *Contrib. Sci.-Prat. Migl. Conos. Util. Legno*, Italy
- Esteban LG, de Palacios P, García-Iruela A, Román-Jordán E, Fernández FG, Díaz S, Conde M (2015) Wood anatomy of *Tetraclinis articulata* from its natural distribution area in southeast Spain. *IAWA Journal* 36(1):22-35
- Esteban LG, de Palacios P (2009) Comparative wood anatomy in Abietoideae (Pinaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 160:184-196
- Esteban LG, de Palacios P, García F, Moreno R (2009c) Wood anatomy of the genus *Abies*: a review. *IAWA Journal* 30:231-245
- Esteban LG, de Palacios P, Fernández F, Martín J (2009b) Wood anatomical relationships within *Abies* spp. from the Mediterranean area: a phyletic approach. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 18:213-225
- Esteban LG, Fernández F, de Palacios P, Romero R, Cano N (2009a) Artificial neural networks in wood identification: the case of two *Juniperus* species from the Canary Islands. *IAWA journal* 30:87-94
- Esteban LG, de Palacios P, Guindeo A, García F (2004) Characterisation of the xylem of 352 conifers. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 13(3):452-478
- Esteban LG, Guindeo A, Peraza C, de Palacios P (2003) La madera y su anatomía. Coedición Fundación Conde del Valle de Salazar, Ediciones Mundiprensa y AITIM, Madrid
- Esteban LG, de Palacios P, Guindeo A, García-Esteban L, Lázaro L, González L, Rodríguez Y, García F, Bobadilla I, Camacho A (2002) Anatomía e identificación de maderas de coníferas a nivel de especie. *Anatomy and identification of coniferous wood as a species*. Coedición Fundación Conde del Valle de Salazar y Ediciones Mundi-Prensa, Madrid
- Esteban LG, Guindeo A, de Palacios P, Bobadilla I, García F, Lázaro I, González L, García L, Camacho A (2001) Identificación de maderas de coníferas del mundo a nivel de especie. *Cátedra de Tecnología de la Madera*. CICYT, Madrid
- Esteban LG, Guindeo A, de Palacios P (2000) Clave de identificación de maderas de coníferas a nivel de especie. Región europea y norteamericana. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 9(1):117-136
- Esteban LG, Guindeo A, de Palacios P (1996) Madera de coníferas. *Anatomía de géneros*. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid

- Esteban LG, Guindeo A, Laín LC (1991) Maderas del mundo. Tomo I: Coníferas y Frondosas (Ab-Azu). AITIM
- Esteban LG, Guindeo A (1988) Anatomía e identificación de las maderas de coníferas españolas. AITIM, Madrid
- Fahn A, Werker E, Baas P (1986) Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions. Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem
- Fang W, Wu Y (2010) Anatomical properties and colorized illustrations of important commercial wood species of Hunan in China. Science Press, Baijing
- Farjon A (2005) A monograph of Cupressaceae and *Sciadopitys*. Kew: Royal Botanic Gardens, London
- Farjon A, Xiang QP, Zhang XQ (2004) The comparative study on the cuticle micro-morphology of *Pilgerodendron uviferum* (Cupressaceae) and its relatives. Acta Phytotaxon Sin 42:427-435
- Farjon A, Hiep NT, Harder DK, Loc PK, Averyanov L (2002) A new genus and species in Cupressaceae (Coniferales) from Northern Vietnam, *Xanthocyparis vietnamensis*. Novon 12(2):179-189
- Farjon A (2001) World checklist and bibliography of conifers. 2nd Ed. Kew: Royal Botanic Gardens, London
- Fasolo U (1939-40) Atlante micrografico dei legni dell'Africa orientale italiana. Erbario Coloniale di Firenze, Italy
- Ferreya L, Latino A, Calderon A, Gardenal C (1996) Allozyme Polymorphism in *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Florin and Boutelie from Patagonia, Argentina. Silvae Genetica 45:61-64
- Findlay GWD, Levy JF (1970) Wood anatomy in three dimensions. En: Robson NKB, Cutler DF, Gregory M (eds) New Research in Plant Anatomy. Supplement 1 to the Botanical Journal of the Linnean Society, Volume 63, London, pp 71-74
- Flynn JH, Holder CD (2001) A guide to useful woods of the world. Forest Products Society, Madison, Wisconsin
- Fujii T, Suzuki Y, Kuroda N (1997) Bordered pit aspiration in the wood of *Cryptomeria japonica* in relation to air permeability. IAWA Journal 18(1):69-76
- Gadek PA, Alpers DL, Heslewood MM, Quinn CJ (2000) Relationships within Cupressaceae *sensu lato*: a combined morphological and molecular approach. American Journal of Botany 87(7):1044-1057
- Gadek P, Quinn C (1993) An analysis of relationships within the Cupressaceae *sensu stricto* based on *rbcl* sequences. Annals of the Missouri Botanical Garden 80:581-586
- Gamble JS (1902) A manual of Indian timbers: an account of the growth, distribution, and uses of the trees and shrubs of India and Ceylon with descriptions of their wood-structure. Sampson Low, Marston & Company, London

- Gardner M, Thomas P, Lara A, Escobar B (1999) Plate 372. *Fitzroya cupressoides*. Curtis's Botanical Magazine 16:229-240
- Garratt GA (1924) Some New Zealand woods. NZ State For.Serv., Professional Paper:1-56
- Gasson P, Baas P, Wheeler E (2011) Wood anatomy of CITES-listed tree species. IAWA Journal 32(2):155-198
- Gasson P (2011) How precise can wood identification be? Wood anatomy's role in support of the legal timber trade, especially CITES. IAWA Journal 32:137-154
- Gaussen H (1968) Les gymnospermes actuelles et fossiles. Fascicule X. Les Cupressacées. Faculté des Sciences, Toulouse
- Gerards T, Damblon F, Wauthoz B, Gerrienne P (2007) Comparison of cross-field pitting in fresh, dried and charcoalfied softwoods. IAWA Journal 28:49-60
- Gerry E (1950) Information Leaflet - Foreign Woods: "Dawn Redwood"- *Metasequoia glyptostroboides*. USDA For.Prod.Lab.Wood. Madison
- Gerry E (1910) The Distribution of the 'Bars of Sanio' in the Coniferales. Annals of Botany 24(93):119-123
- Goldsmith B, Carter DT (1981) The indigenous timbers of Zimbabwe. The Zimbabwe Bulletin of Forestry Research
- Gong P, Pu R, Yu B (1997) Conifer species recognition: an exploratory analysis of in situ hyperspectral data. Remote Sens Environ 62:189-200
- Gordon M (1912) Ray tracheids in *Sequoia sempervirens*. New Phytologist 11:1-6
- Gottwald H (1958) Handelsholzer. Ihre Benennung, Bestimmung und Beschreibung. F.Holzmann, Hamburg
- Govaerts RH, Farjon A (2014) World Checklist of Cupressaceae. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <http://apps.kew.org/wcsp/Retrieved2014-11-17>
- Gray RL (1973) Multiseriate rays in Redwood (*Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.). Int.Ass.Wood Anat.Bull 1
- Gregory T (2008) Understanding evolutionary trees. Evolution: Education and Outreach 1:121-137
- Greguss P (1972) Xylotomy of the living conifers. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Greguss P (1955) Identification of living gymnosperms on the basis of xylotomy. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Greguss P (1944-7 [1948]) Identification of the most important genii of firs based on xylotomy. Acta Botanica Szeged 3(1-6):1-62
- Gromyko D (1982) Comparative anatomical study of wood in the family Taxodiaceae. Botanicheskii Zhurnal 67: 898-906.

- Grosfeld J, Barthélémy D (2001) Dioecy in *Fitzroya cupressoides* (Molina) IM Johnst. and *Pilgerodendron uviferum* (D. Don.) Florin (Cupressaceae). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series III-Sciences de la Vie* 324:245-250
- Grosser D (1977) Die Hölzer Mitteleuropas. Ein mikrophotografischer Lehratlas. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- Gugerli F, Sperisen C, Büchler U, Brunner I, Brodbeck S, Palmer JD, Qiu Y (2001) The evolutionary split of Pinaceae from other conifers: evidence from an intron loss and a multigene phylogeny. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 21(2):167-175
- Guindeo A, Esteban LG, Peraza F, Arriaga F, Kasner C, Medina G, de Palacios P, Touza M (1997) Especies de maderas. Para carpintería, construcción y mobiliario. AITIM, Madrid
- Gyenge JE, Fernández ME, Salda GD, Schlichter T (2005) Leaf and whole-plant water relations of the Patagonian conifer *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Ser. et Bizzarri: implications on its drought resistance capacity. *Ann For Sci* 62:297-302
- Hacke UG, Sperry JS, Pittermann J (2004) Analysis of circular bordered pit function II. Gymnosperm tracheids with torus-margo pit membranes. *American Journal of Botany* 91:386-400
- Hanssen F, Wischniewski N, Moreth U, Magel EA (2011) Molecular identification of *Fitzroya cupressoides*, *Sequoia sempervirens*, and *Thuja plicata* wood using taxon-specific rDNA-ITS primers. *IAWA Journal* 32:273-284
- Harrar ES (1957) Hough's Encyclopaedia of American woods. Vol. I. Robert Speller & Sons, New York
- Hart JA (1987) A cladistic analysis of conifers: preliminary results. *Journal of the Arnold Arboretum* 68(3):269-307
- Hartig R (1890) Timbers and how to know them. David Douglas, Edimburg
- Hayashi S (1991) Micrographic atlas of Japanese woods. Wood Research Institute, Kyoto University
- He X, Yang S (1995) Wood anatomy of *Cupressus gigantea*. En: Wu S (ed) Wood anatomy research 1995, Proc. Intn. Symp. Tree Anat. & Wood Formation edn. International Academic Publishers, Beijing, pp 72
- Heady RD, Cunningham RB, Evans PD (2008) Differences in the ultrastructure of their large warts allow white cypress pine (*Callitris glaucophylla*) to be distinguished from black cypress pine (*C. endlicheri*). *Wood Sci Technol* 42:313-323
- Heady RD, Evans PD (2005) Wood anatomy of *Actinostrobus* (Cupressaceae). *IAWA Journal* 26(1):79-92
- Heady RD, Evans PD (2000) Callitroid (callitrisoid) thickening in *Callitris*. *IAWA Journal* 21(3):293-319
- Heady RD, Cunningham R, Donnelly C, Evans PD (1994) Morphology of warts in the tracheids of cypress pine (*Callitris* Vent.). *IAWA Journal* 15:265-281

- Heim J (1971) Notions d'anatomie des bois et application a quelque especes ligneuses recoltees aux Baleares en 1965. Nat.belg 52:505-543
- Heinz I (2004) Systematische Erfassung und Dokumentation der mikroanatomischen Merkmale der Nadelhölzer aus der Klasse der Pinatae. Dissertation or Thesis, Technischen Universität München
- Hejnowicz A (1973) Anatomical studies on the development of *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng wood. Acta Societatis Botanicorum Poloniae 42(3):473-491
- Henderson FY (1957) A handbook of softwoods. HM Stationery Office, London
- Hennig W (1966) Phylogenetic systematics. University of Illinois Press Urbana, Urbana
- Henry A, McIntyre M (1926) The swamp cypresses, Glyptostrobus of China and Taxodium of America, with notes on allied genera. Proc. Roy. Irish Acad 37:90-116
- Herendeen PS, Miller RB (2000) Utility of wood anatomical characters in cladistic analyses. IAWA Journal 21:247-276
- Hermoso E (2001) Pino amarillo y Sequoia americana. AITIM. Boletín de Información Técnica 211:12-20
- Hoadley RB (1990) Identifying wood: accurate results with simple tools. Taunton Press, USA
- Holden R (1913) Ray tracheids in the Coniferales. Botanical Gazette 55(1):56-65
- Howard AL (1920) A manual of the timbers of the world: their characteristics and uses. MacMillan, London
- Huber B, Rouschal C (1954) Mikrophotographischer Atlas mediterraner Holzer. Fritz Haller Verlag, Berlin
- Huerta Crespo J (1978) Anatomía de la madera de 12 especies de coníferas mexicanas. Boletín Técnico No. 51, México
- IAWA Committee (2004) IAWA list of microscopic features for softwood identification. IAWA Journal 25(1):1-70
- IAWA Committee (1989) IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin n.s. 10:332
- Ilic J (1994) Separation of the woods of *Callitris glaucophylla* (white cypress pine), and *C. endlicheri* (black cypress pine). Recent advances in wood anatomy. Proc. IAWA Wood Anatomy Conference, Rotorua, New Zealand:77-84
- Ishiguri F, Maruyama S, Takahashi K, Abe Z, Yokota S, Andoh M, Yoshizawa N (2003) Extractives relating to heartwood color changes in sugi (*Cryptomeria japonica*) by a combination of smoke-heating and UV radiation exposure. Journal of wood science 49:135-139
- Ishiguri F, Saitoh K, Andoh M, Abe Z, Yokota S, Yoshizawa N (2000) Color changes from black of red of black heartwood of sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) by smoke-heating and uv irradiation. New horizons in wood anatomy:363-366

- Jacquot C (1955) Atlas d'anatomie des bois des Conifères. Centre Technique du Bois, Paris
- Jagiella C, Kurschner H (1987) Atlas der Holzer saudi Arabiens: die Holzanatomie der wichtigsten Bäume und Sträucher Arabiens mit einem holzanatomischen Bestimmungsschlüssel. Wiesbaden, Reichert
- Jain KK, Jain S (1976) Wood structure and statistical identification in the east-Himalayan junipers. J.Indian Acad.Wood.Sci 7:79-86
- Jane FW (1970) The structure of wood. Adam & Charles Black, 2nd Ed., London
- Jayne G, Hunger G, Fengel D (1960) Das elektronmikroskopische Bild des Cellullosenfeinbaues verschlossener und unverschlossener Hoftüpfel der Nadelhölzer. Holzforschung 14:97-105
- Jeffrey EC (1925) Resin Canals in the Evolution of the Conifers. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 11:101-105
- Jeffrey EC (1917) The anatomy of woody plants. University of Chicago Press, Chicago
- Jeffrey EC (1908) Traumatic ray-tracheids in *Cunninghamia sinensis*. Annals of Botany 22:593-602
- Jeffrey EC (1903) The comparative anatomy and phylogeny of the Coniferales. Part 1. The genus *Sequoia*. Memoirs of the Boston Society of Natural History 5:441-459
- Jiang XM, Cheng YM, Yin YF (2010) Atlas of Gymnosperms Woods of China. Science Press, Beijing
- Jones WS (1924) Timbers, their structure and identification. The Clarendon Press, Oxford
- Jones WS (1913a) The minute structure of the wood of *Cupressus macrocarpa*. Quarterly Journal of Forestry 7:108-117
- Jones WS (1913b) Ray tracheids in *Sequoia sempervirens* and their pathological characters. Quarterly Journal of Forestry:1-14
- Jones WS (1912) The structure of the timbers of some common genera of coniferous trees. Quarterly Journal of Forestry 6:112-134
- Jordan R, Feeney F, Nesbitt N, Evertsen J (1998) Classification of wood species by neural network analysis of ultrasonic signals. Ultrasonics 36:219-222
- Kaeiser M (1953a) Microstructure of the wood of *Juniperus*. Botanical Gazzete 115: 155-162.
- Kaeiser M (1953b) Microstructure of the wood of the three species of *Taxodium*. Bulletin of the Torrey Botanical Club 80:415-418
- Kaeiser M (1951) Microstructure of wood of *Juniperus virginiana* L. x *J. ashei* Buchh. Trans.Illinois Acad.Sci 44:45-50
- Kaeiser M (1950) Microscopic anatomy of the wood of three species of junipers. Illinois Academy of Science Transactions 43:46-50

- Kanehira R (1921a) Anatomical characters and identification of Formosan woods with critical remarks from the climatic point of view. Bureau of Productive Industries, Government of Formosana, Taihoku
- Kanehira R (1921b) Identification of the important Japanese woods by anatomical characters with critical remarks from the climatic point of view. Bureau of Productive Industries. Government of Formosana, Taihoku
- Kato K (2008) A trial to detect optimal pin-pricking timing in evaluating the ability to form traumatic resin canals of *Cryptomeria japonica* for selecting resistant trees to *Semanotus japonicus* (Coleoptera: Cerambycidae). Journal of Forest Research 13:386-392
- Kavdır İ (2004) Discrimination of sunflower, weed and soil by artificial neural networks. Comput Electron Agric 44:153-160
- Keating W, Bolza E (1982) Characteristics, properties and uses of timbers. Volume 1. South-east Asia, Northern Australia and the Pacific. Characteristics, properties and uses of timbers. Volume 1. South-east Asia, Northern Australia and the Pacific.
- Keylwerth R (1954) Das Holz von Sequoia gigantea. Holz Roh-u. Werkstoff 12:105-107
- Kitin P, Fujii T, Abe H, Takata K (2009) Anatomical features that facilitate radial flow across growth rings and from xylem to cambium in *Cryptomeria japonica*. Annals of Botany 103:1145-1157
- Kitzberger T, Pérez A, Iglesias G, Premoli A, Veblen T (2000) Distribución y estado de conservación del alerce (*Fitzroya cupressoides* (Mol.) Johnst.) en Argentina. Bosque 21:79-89
- Kobayashi Y (1956) Some new data on the anatomical characters of softwoods. Journal of the Japan Wood Research Society 2(3):119-120
- Koch KHE. 1873. Die Zypressen der Alten und Neuen Welt. Eine monographische Skize. Wochenschr. Vereines Beförd. Gartenbaues Königl. Preuss. Staaten 16: 54--114.
- Koch G, Richter H-, Schmitt U (2011) Design and application of CITESwoodID—Computer-aided identification and description of CITES-protected timbers. IAWA Journal 32:213-220
- Kocon J (1985) Occurrence and structure of warty layer in tracheids of Thuja occidentalis, T. orientalis, T. plicata and Thujopsis dolabrata. Bull Acad Pol Sci Ser Sci Biol 33:131-134
- Kocon J (1984) Presence and structure of the wart layer in tracheids of some junipers as visualised in the scanning electron microscope. Acta Societatis Botanicarum Poloniae 53:141-144
- Kocon J (1986) Structure of warty layer in tracheids of juniper (Juniperus communis L.) presented by means of the scanning electron microscope. Annals of Warsaw Agricultural University SGGW-AR. Forestry and Wood Technology 33:97-102
- Krell F, Cranston P (2004) Which side of the tree is more basal?. Systematic Entomology 29:279-281
- Kribs DA (1959) Commercial foreign woods on the American market. Edwards Brothers, Inc., Michigan

Kromhout CP (1975) 'n Sleutel vir die mikroskopiese uitkenning van die vernaamste in-heemse haoutsoorte van Suid-Afrika. Bosna Vorsingsinstituut, Pretoria

Kucera L, Bosshard H (1975) The presence of biseriate rays in fir (*Abies alba* Mill.). Int.Ass.Wood Anat., Bull 4:51-56

Kukachka BF (1970) Properties of imported tropical woods. Research Papers. United States Forest Products Laboratory 43(11):1-67

Kukachka BF (1960) Identification of coniferous woods. Tappi 43:887-896

Kusumi J, Tsumura Y, Yoshimaru H, Tachida H (2000) Phylogenetic relationships in Taxodiaceae and Cupressaceae sensu stricto based on *matK* gene, *chlL* gene, *trnL-trnF* IGS region, and *trnL* intron sequences. American Journal of Botany 87(10):1480-1488

Lara A, Rutherford P, Montory C, Bran D, Pérez A, Clayton S, Ayesa J, Barrios D, Gross M, Iglesias G (1999) Mapeo de la Eco-región de los Bosques Valdivianos escala 1: 500.000. Informe final. Boletín Técnico de la Fundación Vida Silvestre Argentina 51

Lara A, Villalba R (1993) A 3620-year temperature record from *Fitzroya cupressoides* tree rings in southern South America. Science 260:1104-1106

Lebacqz L (1955) Atlas anatomique des bois du Congo belge. Volume I. Spermatophytes: Podocarpaceae, Cupressaceae, Ulmaceae, Moraceae, Protaceae, Olaceae. Publications de l'Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo Belge

Lecomte H (1926) Les bois de l'Indochine. Agence économique de l'Indochine, Paris

Lee PW (2000) Wood anatomical characteristics of coniferous and broad-leaved tree genera of Korea. New horizons in wood anatomy:33-39

Lemmens RHMJ, Soerianegara I, Wong WC (1995) Plant resources of South-East Asia No. 5 (2). Timber trees: minor commercial timbers. Backhuys Publishers, Netherlands

Lemoine C (1966) Les bois des Juniperus. Essai d'anatomie écologique de quelques espèces. Bot.Rhedonica, ser.A. 2:37-86

Li H (1953) A reclassification of *Libocedrus* and Cupressaceae. Journal of the Arnold Arboretum 34:17-36

Li J, Zhang D, Donoghue M (2003) Phylogeny and biogeography of *Chamaecyparis* (Cupressaceae) inferred from DNA sequences of the nuclear ribosomal ITS region. Rhodora 105:106-117

Li JYH (1948) Anatomical study of the wood of “Shuisha” (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng). Trop Woods 94:28-29

Liang H, Chow KY, Au CN (1948) Properties of a “living-fossil” wood (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng). Wood Technol 1: 1-6

Liese W (1965a) The warty layer. En: Côté WA (ed) Cellular ultrastructure of woody plants. Syracuse University Press, Syracuse, pp 251-269

- Liese W (1965b) The fine structure of bordered pits in softwoods. En: Côté WA (ed) Cellular ultrastructure of woody plants. Syracuse University Press, Syracuse, pp 271-290
- Liese W, Cote WA (1960) Electron microscopy of wood: results of the first ten years of research:1288-1299
- Lincoln WA (1986) World woods in colour. Stobert & Son Ltd, London
- Little DP, Schwarzbach AE, Adams RP, Hsieh CF (2004) The circumscription and phylogenetic relationships of *Callitropsis* and the newly described genus *Xanthocyparis* (Cupressaceae). American Journal of Botany 91(11):1872-1881
- Little DP (2006) Evolution and circumscription of the true cypresses (Cupressaceae: *Cupressus*). Systematic Botany 31(3):461-480
- Lo EYY, Stefanović S, Christensen KI & Dickinson TA. 2009. Evidence for genetic association between East Asian and western North American *Crataegus* L. (Rosaceae) and rapid divergence of the eastern North American lineages based on multiple DNA sequences. Mol. Phylogenet. Evol. 51: 157--168
- Lushington AW (1919) Nature and uses of Madras Timbers. Arranged in categories containing similar woods, and critically compared with corresponding European and Philippine. S.P.C.K. Press, Mepery
- Lynch AH & Gasson PE. 2010. Index Xylariorum - Edition 4. Royal Botanic Gardens, Kew. <http://www.kew.org/science-conservation/collections/economic-botany/explore-collection/wood-collection-xylarium>
- Maddison WP, Maddison DR (2015) Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Ver. 3.04. <http://mesquiteproject.org>
- Mahmood A, Athar M (1997) Xylotomic investigations on coniferous woods from Pakistan. Pakistan Journal of Botany 29(1):43-73
- Mainieri C (1958) Identificação das principais madeiras de comércio no Brasil. Inst.Pesq.tec., Sao Paulo.Bol, Brasil
- Malejeff W. 1928. Schema einer natürlichen Klassifikation der *Cupressus*-Arten. Mitt. Deutsch. Dendrod. Ges. 40: 57-61
- Mao K, Milne RI, Zhang L, Peng Y, Liu J, Thomas P, Mill RR, Renner SS (2012) Distribution of living Cupressaceae reflects the breakup of Pangea. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 109(20):7793-7798
- Mao K, Hao G, Liu J, Adams RP, Milne RI (2010) Diversification and biogeography of *Juniperus* (Cupressaceae): variable diversification rates and multiple intercontinental dispersals. New Phytol 188:254-272
- Marini F, Zupan J, Magrì A (2004) On the use of counterpropagation artificial neural networks to characterize Italian rice varieties. Anal Chim Acta 510:231-240
- McElhanney TA (1940) Les bois du Canada. Ministère des Mines et des Ressources, Ottawa (Canadá)

- McElhanney TA (1935) Canadian woods: their properties and uses. Forest Service. Department of the Interior, Canada
- Metcalf C (1931) The wood structure of *Fokienia hodginsii* and certain related coniferae. Bulletin of Miscellaneous Information (Royal Gardens, Kew):420-425
- Meylan BA, Butterfield BG (1978) The structure of New Zealand woods. New Zealand Department of Scientific and Industrial Research Bulletin, Wellington, New Zealand
- Miller HJ (1975) Anatomical characteristics of some woody plants of the Angmagssalik district of southeast Greenland. Medd.Gronland 198:1-30
- Miller HJ (1974) Anatomical studies of *Juniperus communis* L. ssp. *communis* and *J. communis* L. ssp. *nana* Syme. Acta Bot Neerl 23:91-98
- Miller RB, Meyer FG (1989) Identification of the heath-leaved Cypress, *Chamaecyparis thyoides* 'Ericoides' (Cupressaceae). Bailey 23:57-67
- Moeller J (1876) Beiträge zur Vergleichenden Anatomie des Holzes. Vorgelegt in der Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen classe. CI. XXXVI. Bd. II:297-426
- Moreno M (2007) Estado de conservación de *Pilgerodendron uviferum* en la Comunidad Huilliche de Chanquín, Isla Grande de Chiloé. Dissertation or Thesis, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile
- Moshou D, Vrindts E, De Ketelaere B, De Baerdemaeker J, Ramon H (2001) A neural network based plant classifier. Comput Electron Agric 31:5-16
- Mullins EJ, McKnight TS (1981) Canadian woods: their properties and uses. Minister of Supply and Services, Canada
- Nájera F, Peraza C, López V, Boga E, Cruzado J (1960) Sección de maderas: Características y aplicaciones. Anales del instituto forestal de investigaciones y experiencias:88-94
- Nakada R, Kawamura K (2002) SEM observations on 'Tawara-Shibo' (a series of swellings along the axis) stems of *Chamaecyparis obtusa*. IAWA Journal 23:83-96
- Neumann K, Schoch W, Détienne P, Schweingruber FH (2001) Woods of the Sahara and the Sahel. An anatomical atlas. Paul Haupt, Berne
- Ohtani J (2000) Wood micromorphology-an atlas of scanning electron micrographs. Hokkaido University Press, Sapporo, Japan
- Olson ME (2005) Commentary: typology, homology, and homoplasy in comparative wood anatomy. IAWA Journal 26:507-522
- Orell MC (2004) Estudio del largo de traqueidas en *Sequoia sempervirens* D. Don (Endl.) crecida en Chile, con respecto a su ubicación en el árbol. Dissertation or Thesis, Departamento de ingeniería de la madera. Escuela de ciencias forestales. Universidad de Chile
- Ortiz Cespedes M (1959) Etude anatomique de quelques uns des principaux bois chiliens. Centre Tech. Bois, Paris

- Oskolski AA, Stepanova AV, Boatwright JS, Tilney PM, Van Wyk B-E (2014) A survey of wood anatomical characters in the tribe Crotalarieae (Fabaceae). *South African Journal of Botany* 94:155-165
- Pace MR, Lohmann LG, Olmstead RG, Angyalossy V (2014) Wood anatomy of major Bignoniaceae clades. *Plant Systematics and Evolution* 301:967-995
- Pace MR, Angyalossy V (2013) Wood anatomy and evolution: a case study in the Bignoniaceae. *International Journal of Plant Sciences* 174:1014-1048
- Panshin A, Zeeuw C (1964) Textbook of wood technology. Vol. I. Structure, identification, uses, and properties of the commercial woods of the United States. McGraw-Hill, New York
- Parsa Pajouh D, Schweingruber FH (1985) Atlas des bois du nord de l'Iran. Institut Fédéral des Recherches Forestières, Switzerland
- Pastorino MJ, Gallo LA, Hattemer HH (2004) Genetic variation in natural populations of *Austrocedrus chilensis*, a cypress of the Andean-Patagonian Forest. *Biochemical Systematics and Ecology* 32:993-1008
- Pastorino MJ, Gallo LA (2001) Linkage Relationships as a Useful Tool to State Interespecific Gene Homology: Case Study with Isozyme Loci in *Austrocedrus chilensis* (Cupressaceae). *Silvae Genetica* 50:233-239
- Patel RN (1968) Wood anatomy of Cupressaceae and Araucariaceae indigenous to New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 6:9-18
- Patterson D (1988) Commercial timbers of the world. Gower Technical Press, England
- Patton RT (1927) Anatomy of Australian coniferous timbers. *Proceedings of the Royal Society of Victoria* 40:1-16
- Paull R, Hill R (2010) Early Oligocene *Callitris* and *Fitzroya* (Cupressaceae) from Tasmania. *American Journal of Botany* 97:809-820
- Paz C, Olvera P (1981) Anatomía de la madera de 16 especies de coníferas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México
- Pearson RS, Brown HP (1932) Commercial timbers of India: their distribution, supplies, anatomical structure, physical and mechanical properties and uses. Central Publication Branch, Government of India, Calcutta
- Peirce AS (1937) Systematic anatomy of the woods of the Cupressaceae. *Tropical Woods* 49:5-21
- Peirce AS (1936) Anatomical interrelationships of the Taxodiaceae. *Tropical Woods* 46:1-15
- Peirce AS (1935) Anatomy of the xylem of *Sciadopitys*. *American Journal of Botany* 22:895-902
- Peng D, Wang X (2008) Reticulate evolution in *Thuja* inferred from multiple gene sequences: Implications for the study of biogeographical disjunction between eastern Asia and North America. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 47:1190-1202

- Penhallow DP (1907) A manual of the North American Gymnosperms: exclusive of the cycadales but together with certain exotic species. Ginn & Company, Boston, U.S.A.
- Penhallow DP (1896) The generic characters of the North American Taxaceae and Coniferae. Proc. Trans. Roy. Soc. Canada 2:33-57
- Peraza C (1964) Estudio de las maderas de coníferas españolas y de la zona norte de Marruecos. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Boletín No. 83, Madrid
- Peraza C, Guindeo A, Esteban LG, Laín LC (1993) Tecnología de la madera (I). Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid
- Peraza C, Guindeo A (1974) Tecnología de la madera. Volumen III. La madera, su anatomía, estructura e identificación. AITIM, Madrid
- Peraza C, López A (1967) Estudio de las principales maderas de Canarias. Inst. For. Invest. Exp., Madrid
- Phillips EWJ (1948) Identification of Softwoods by their Microscopic Structure. Forest Products Research. No22, HMSO Department of Scientific and Industrial Research, London
- Phillips EWJ (1941) The Identification of Coniferous Woods by their Microscopic Structure. Botanical Journal of the Linnean Society 52:259-320
- Piccioli L (1906) I caratteri anatomici per conoscere i principali legnami adoperati in Italia. Bullettino del Laboratorio ed Orto délia R. Université di Siena:97-187
- Piggin J, Bruhl JJ (2010) Phylogeny reconstruction of *Callitris* Vent.(Cupressaceae) and its allies leads to inclusion of *Actinostrobus* within *Callitris*. Australian Systematic Botany 23:69-93
- Piirto DD (1985) Wood of Giant Sequoia: Properties and Unique Characteristics:19-23
- Pittermann J, Sperry JS, Hacke UG, Wheeler JK, Sikkema EH (2005) Torus-margo pits help conifers compete with angiosperms. Science 310:1924
- Polman JE, Michon SGL, Militz H, Helmink ATF (1999) The wood of *Metasequoia glyptostroboides* (Hu et Cheng) of Dutch origin. European Journal of Wood and Wood Products 57:215-221
- Pomponio MF, Torales S, Gallo LA, Pastorino MJ, Marchelli P, Cervera MT, Poltri SM (2013) DNA sequence variation of drought-response candidate genes in *Austrocedrus chilensis*. Electronic Journal of Biotechnology 16:3-3
- Porter T (2006) Wood: identification & use. Revised & Expanded. Guild of Master Craftsman Pubns Ltd
- Premoli A, Souto C, Rovere A, Allnut T, Newton A (2002) Patterns of isozyme variation as indicators of biogeographic history in *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin. Diversity and Distributions 8:57-66
- Premoli A, Souto C, Allnut T, Newton A (2001) Effects of population disjunction on isozyme variation in the widespread *Pilgerodendron uviferum*. Heredity 87:337-343

- Prior L, McCaw W, Grierson P, Murphy B, Bowman D (2011) Population structures of the widespread Australian conifer *Callitris columellaris* are a bio-indicator of continental environmental change. *Forest Ecology and Management* 262:252-262
- Purkayastha SK (1996) A manual of Indian timbers. Sribhumi Publishing Compnay, Calcuta
- Purkayastha SK (1990) Common commercial timbers and wood based panel products of India. A consumers guide. Bishen Singh Mahendra Pal Singh, Dehra Dun, India
- Pye MG, Gadek PA, Edwards KJ (2003) Divergence, diversity and species of the Australasian *Callitris* (Cupressaceae) and allied genera: evidence from ITS sequence data. *Australian Systematic Botany* 16:505-514
- Quinn CJ, Price RA, Gadek PA (2002) Familial concepts and relationships in the conifer based on rbcL and matK sequence comparisons. *Kew Bulletin* 57(3):513-531
- Ran J, Gao H, Wang X (2010) Fast evolution of the retroprocessed mitochondrial *rps3* gene in Conifer II and further evidence for the phylogeny of gymnosperms. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 54:136-149
- Record SJ, Hess RW (1949) Timbers of the New World. Yale University Press, New Haven
- Record SJ, Wiley J (1934) Identification of the timbers of temperate North America. John Wiley & Sons, New York
- Record SJ (1934) Identification of the Timbers of Temperate North America. Including anatomy and certain physical properties of wood. John Wiley & Sons, Inc, New York
- Rendle BJ (1970) World timbers. Vol. 3. Asia and Australia and New Zealand. Ernest Benn Ltd. & University of Toronto Press, Ontario
- Rendle BJ (1969a) World timbers. Vol. 1. Europe and Africa. Ernest Benn Ltd. & University of Toronto Press, Ontario
- Rendle BJ (1969b) World timbers. Vol. 2. North and South America (including Central America and the West Indies). Ernest Benn Ltd. & University of Toronto Press, Ontario
- Richter HG (1988) Holz als Rohstoff für den Musikinstrumentenbau. Moeck Verlag, Germany
- Roig FA (1992) Comparative wood anatomy of southern South American Cupressaceae. *IAWA Bulletin n.s.* 13(2):151-162
- Rovere A, Premoli A, Newton A (2002) Estado de conservación del ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum* (Don) Florín) en Argentina. *Bosque* 23:11-19
- Ruiz J, Ceballos L (1979) Árboles y arbustos de la España peninsular. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Madrid
- Rushforth K (2007) Notes on the Cupressaceae in Vietnam. *Tap chí SINH HỌC* 29(3):32-39
- Rushforth TH, Adams RP, Zhong M, Ma X & Pandey RN. 2003. Variation among *Cupressus* species from the eastern hemisphere based on Random Amplified Polymorphic DNAs (RAPDs). *Biochemical Systematics and Ecology* 31: 17-24

- Rushton W (1915) Structure of the Wood of Himalayan Junipers. Journal of the Linnean Society of London, Botany 43:1-13
- Sano Y, Nakada R (1998) Time course of the secondary deposition of incrusting materials on bordered pit membranes in *Cryptomeria japonica*. IAWA Journal 19:285-299
- Sargent CS (1885) The woods of the United States. With an account of their structure, qualities, and uses. With geographical and other notes upon the trees which produce them. Appleton and company, New York
- Schmidt E (1951) Überseehölzer. 30 Holzartenbeschreibungen wichtiger Handelshölzer Holzeigenschaften. F. Haller, Berlin
- Schulz C, Stützel T (2007) Evolution of taxodiaceous Cupressaceae (Coniferopsida). Organisms Diversity and Evolution 7:124-135
- Schweingruber FH (1978) Mikroskopische Holzanatomie. Anatomie microscopique du bois. Microscopic wood anatomy. Swiss Fed. Inst. For. Res., Birmensdorf
- Schweingruber FH (1990) Anatomy of European woods. Verlag Paul Haupt, Stuttgart
- Scott MH (1927) Notes on the characteristics and minute structure of thirty woods indigenous to South Africa. S Afr J Sci 24:298-317
- Shi G, Zhou Z, Xie Z (2012) A new Oligocene *Calocedrus* from South China and its implications for transpacific floristic exchanges. American Journal of Botany 99:108-120
- Shimakura M (1937) Anatomy of the wood of *Taiwania*. The Botanical Magazine 51(608):694-700
- Shimakura M (1936) The height and number of rays in some coniferous woods. Bot.Mag., Tokyo 50:438-447
- Silba J. 2006. The chronological history and taxonomic variation of the genus *Cupressus* (Cupressaceae) in India. Acta Botanica Yunnanica 28: 469-470
- Soewarsono PH (1965) The identification of some important coniferous woods of Indonesia. Rimba Indonesia 10:175-193
- Soto D, Bannister J, Ríos A, Le Quesne C (2010) Nuevos registros de poblaciones amenazadas de *Pilgerodendron uviferum* D. Don (Florin) en su límite norte en la Cordillera de la Costa chilena. Gayana Botánica 67:120-124
- Soto D (2009) Nuevo registro de una población de *Fitzroya cupressoides* (Molina) I.M. Johnst. en su límite norte en la Isla del Rey, Chile. Gayana Botánica 66:103-106
- Stefanović S, Jager M, Deutsch J, Broutin J, Masselot M (1998) Phylogenetic relationships of conifers inferred from partial 28S rRNA gene sequences. American Journal of Botany 85(5):688-697
- Stepanova AV, Oskolski AA, Tilney PM, Van Wyk B-E (2013) Wood anatomy of the tribe Podalyrieae (Fabaceae, Papilionoideae): Diversity and evolutionary trends. South African Journal of Botany 89:244-256

- Stern WL. 1988. Index xylariorum. Institutional wood collections of the world. 3. IAWA Bulletin n.s. 9(2): 203-252
- Stone H (1920) A guide to the identification of our more useful timbers. Cambridge Univ. Press, London
- Stone H (1904) The timbers of commerce and their identification. William Rider & son, limited, London
- Sugawa T, Fujii T (1993) Aggregate rays of *Thujaopsis dolabrata* var. *hondai* (Cupressaceae). IAWA Journal 14:315-323
- Suzuki M, Noshiro S (1988) Wood structure of Himalayan plants. The University Museum. The University of Tokyo, Tokyo
- Swain EHF (1928) The timbers and forest products of Queensland. Queensland Forest Service, Brisbane
- Szejner P (2007) Estructura, dinámica y estado de conservación de los bosques de *Pilgerodendron uviferum* (D.Don) Florin, en la Reserva Nacional Valdivia. Dissertation or Thesis, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile.
- Tam N, Trang N (2012) Molecular identification of Cupressaceae (Coniferales) in Vietnam based on 18S-rRNA sequence. African Journal of Biotechnology 11:4158-4162
- Tang X, Li ZY, Hu YX (2005) Wood anatomy of *Thuja sutchuenensis* endemic to China. J.Wuhan bot Res 23:149-153
- Tang Y (1933) Timber studies of Chinese trees IV. Anatomical studies and identification of Chinese softwoods I. Bull.Fan.Mem.Inst.Biol 4:309-368
- ter Welle BJH, Adams RP (1998) Investigation of the wood anatomy of *Juniperus* (Cupressaceae) for taxonomic utilization. Phytologia 84:354-362
- Terry RG, Bartel JA, Adams RP (2012) Phylogenetic relationships among the New World cypresses (*Hesperocyparis*; Cupressaceae): evidence from noncoding chloroplast DNA sequences. Plant Systematics and Evolution 298:1987-2000
- Thompson WP (1910) The origin of ray tracheids in the Coniferae. Botanical Gazette 50:101-116
- Tippo O (1946) The role of wood anatomy in phylogeny. Am Midl Nat 36:362-372
- Tiwari S, Yadav D, Kumar P, Chauhan D (2012) Comparative palynology and wood anatomy of *Taxodium distichum* (L.) Rich. and *Taxodium mucronatum* Ten. Plant Systematics and Evolution 298:723-730
- Tortorelli LA (1956) Maderas y bosques argentinos. ACME, S.A.C.I., Buenos Aires
- Trueba S, Rowe NP, Neinhuis C, Wanke S, Wagner ST, Isnard S (2015) Stem anatomy and the evolution of woodiness in Piperales. International Journal of Plant Sciences 176(5): 468-485
- Tsoumis G (1965) Light and electron microscopic evidence on the structure of the membrane of bordered pits in tracheids of conifers. Cellular Ultrastructure of Woody Plants:305-317

- Tsumura Y, Yoshimura K, Tomaru N, Ohba K (1995) Molecular phylogeny of conifers using RFLP analysis of PCR-amplified specific chloroplast genes. *Theoretical and Applied Genetics* 91:1222-1236
- Valcárcel V (2012) Manual para análisis filogenéticos moleculares. En: . <http://ocw.uam.es/cursos/valcarcelfilogenia/index.html>. Accessed 12 2014
- Valley H, Wycombe H (1971) Microscopical Identification of Softwoods: key to those principally used in Great Britain. Timber Research and Development Association, High Wycombe
- Varossieau WW (1950) On the use of the electron microscope in wood anatomy.:107-110
- Veblen T, Delmastro RJ, Schlatter JE (1976) The conservation of *Fitzroya cupressoides* and its environment in southern Chile. *Environmental Conservation* 3:291-301
- Visscher GE (2002) Wood Anatomy of *Metasequoia* - Separation from *Glyptostrobus* and Function/structure Considerations. Dissertation or Thesis, The University of Maine
- Visscher GE, Jagels R (2003) Separation of *Metasequoia* and *Glyptostrobus* (Cupressaceae) based on wood anatomy. *IAWA Journal* 24(4):439-451
- Wagemann G (1949) Maderas Chilenas. Contribución a su anatomía e identificación. *Lilloa* 16:263-375
- Wagenführ R (1996) Holzatlas. Hans-Jörg Sittauer, Leipzig. Germany
- Wagner ST, Hesse L, Isnard S, Samain MS, Bolin JF, Maass E, Neinhuis C, Rowe NP, Wanke S (2014) Major trends in stem anatomy and growth forms in the perianth-bearing Piperales, with special focus on Aristolochia. *Annals of Botany* 113:1139-1154
- Walker A (2005) The encyclopedia of wood. Quatro Publishing, London
- Wang WP, Hwang CY, Lin TP, Hwang SY (2003) Historical biogeography and phylogenetic relationships of the genus *Chamaecyparis* (Cupressaceae) inferred from chloroplast DNA polymorphism. *Plant Systematics and Evolution* 241:13-28
- Wardrop AB, Liese W, Davies GW (1959) The nature of the wart structure in conifer tracheids. *Holzforschung Berlin* 13:115-120
- Wiemann MC (1987) Claves para la identificación de algunas maderas en Costa Rica. *Turrialba* 37:381-403
- Wilf P, Little SA, Iglesias A, Del Carmen Zamalao M, Gandolfo MA, Cuneo NR, Johnson KR (2009) *Papuacedrus* (Cupressaceae) in Eocene Patagonia: A new fossil link to Australasian rainforests. *American Journal of Botany* 96:2031-2047
- Willebrand G (1995) Untersuchung von ausgewählten mikroanatomische Merkmalen zur Bestimmung von Nadelhölzern. PhD diss. University of Applied Sciences, Rosenheim
- Wilson K, White DJB (1986) The anatomy of wood: its diversity and variability. Stobart & Son Ltd., London
- Wolf CB, Wagener WW (1948) The New World Cypresses. *Aliso* 1:1-250

Xiang Q, Li J (2005) Derivation of *Xanthocyparis* and *Juniperus* from within *Cupressus*: evidence from sequences of nrDNA internal transcribed spacer region. *Harvard Papers in Botany* 9(2):375-382

Xiaomei J, Ying Z (1989) Studies on the warty layers of the tracheids of the Chinese gymnospermous woods by electron microscopy. *Scientia Silvae Sinicae* 25(1):58-70

Xu T, Abbott RJ, Milne RI, Mao K, Du FK, Wu G, Ciren Z, Miehle G & Liu J. 2010. Phylogeography and allopatric divergence of cypress species (*Cupressus* L.) in the Qinghai-Tibetan Plateau and adjacent regions. *BMC Evolutionary Biology* 10: 194-212

Yamamoto F, Shimizu S, Hashizume H (1993) Anatomy of stem hyperplasia called tokkuri disease in *Chamaecyparis obtusa*. *IAWA Journal* 14:227-237

Yamanaka K (1985) Abnormal tissue in swollen stemwood of *Chamaecyparis obtusa* Sieb. & Zucc. *IAWA Bull* 6:53-60

Yang KC, Yang YH (1987) Minute structure of Taiwanese woods. Hua Shiang Yuan Publishing Co., Taipei

Yang ZY, Ran JH, Wang XQ (2012) Three genome-based phylogeny of Cupressaceae *s.l.*: Further evidence for the evolution of gymnosperms and Southern Hemisphere biogeography. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 64:452-470

Young D, Watson L (1969) Softwood structure and the classification of conifers. *New Phytologist* 68:427-432

Yu CH (1948) Anatomy of the commercial timbers of Kansu. *Bot.Bull.Acad.sinica* 2:127-131

Yu-Shi H, Rui-Jun M (1989) Anatomy of Gymnosperms Endemic to China, II. *Taiwania flousiana* Gaussen (Taxodiaceae). *Acta Phytotaxonomica Sinica* 27:529-1526

Yumoto M (1984a) Trabeculae and related structures. *Proceedings of Pacific Regional Wood Anatomy Conference*:49-51

Yumoto M (1984b) The trabecula and its related structures. 北海道大學農學部 演習林研究報告= Research Bulletins of the College Experiment Forests Hokkaido University AIDO UNIVERSITY 41:205-259

Zimmermann MH (1983) Xylem structure and the ascent of sap. Springer-Verlag, New York

Zimmermann W (1934) Research on phylogeny of species and of single characters. *Am Nat*:381-384

Zimmermann W (1930) *Die Phylogenie der Pflanzen*. G. Fischer, Jena, Germany

Las citas y la bibliografía de este documento se han generado mediante el programa de Gestión Bibliográfica RefWorks, proporcionado por la Universidad Politécnica de Madrid, en formato Wood Science and Technology.