



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS**

**GRADO EN CIENCIAS AGRARIAS Y BIOECONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA-BIOLOGÍA VEGETAL**

*Mejora genética para la resistencia a la enfermedad  
causada por el hongo Monilia en los cerezos del  
Jerte*

**TRABAJO FIN DE GRADO**

Autor/a: **Carlota Bernal Basurco**

Tutor/a: **Elena Benavente Barzana**

**Enero de 2022**



# Índice de contenidos

---

|                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. MEMORIA .....</b>                                                                                | <b>1</b>  |
| 1.1 Resumen en español .....                                                                           | 1         |
| 1.2 Resumen en inglés.....                                                                             | 2         |
| <b>2. ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....</b>                                                 | <b>3</b>  |
| 2.1 <i>Prunus avium</i> L.....                                                                         | 3         |
| 2.1.1 Morfología y fenología del cerezo .....                                                          | 3         |
| 2.1.2 Condiciones climáticas y edáficas necesarias para su cultivo .....                               | 7         |
| 2.2 El cultivo del cerezo.....                                                                         | 12        |
| 2.2.1 Producción de cerezo y estudio de mercado .....                                                  | 12        |
| 2.2.2 Variedades y patrones .....                                                                      | 17        |
| 2.2.3 Enfermedades y plagas .....                                                                      | 22        |
| 2.3 El hongo <i>Monilinia</i> spp. ....                                                                | 30        |
| 2.3.1 Importancia del hongo <i>Monilinia</i> spp., distribución geográfica, formas de dispersión ..... | 30        |
| 2.3.2 Descripción del patógeno y su ciclo de vida.....                                                 | 32        |
| 2.3.3 Huéspedes del hongo <i>Monilinia</i> spp. y síntomas:.....                                       | 34        |
| 2.3.4 Métodos de control .....                                                                         | 36        |
| 2.3.5 Genética de la resistencia frente a la podredumbre parda.....                                    | 39        |
| <b>3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD TECNOLÓGICA<br/>DESARROLLADA.....</b>                                | <b>40</b> |
| <b>4. RESULTADOS, JUICIO CRÍTICO E IMPLICACIONES .....</b>                                             | <b>44</b> |
| <b>5. CONCLUSIONES.....</b>                                                                            | <b>45</b> |
| <b>6. BIBLIOGRAFÍA (DOCUMENTOS TÉCNICOS Y ARTÍCULOS<br/>CIENTÍFICOS) .....</b>                         | <b>46</b> |
| 6.1 Bibliografía técnica y científica con autores.....                                                 | 46        |
| 6.2 Bibliografía sin autor.....                                                                        | 50        |
| <b>7. ANEXO EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA Y DE LAS<br/>CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO: .....</b>             | <b>52</b> |



# Índice de Figuras

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> A. Descripción de las lenticelas características del tronco del cerezo silvestre. B. Hojas ovado-oblongas con margen aserrado y presenta las glándulas. C. Flores pentámeras con numerosos estambres, la inflorescencia tipo es umbeliforme .....                              | 3  |
| <b>Figura 2.</b> Drupa del cerezo, en este caso con una coloración rojiza.....                                                                                                                                                                                                                  | 4  |
| <b>Figura 3.</b> A. Yemas vegetativas . B. Yemas de flor. C. Corte transversal de yema de flor.....                                                                                                                                                                                             | 4  |
| <b>Figura 4.</b> A. Yemas apicales. B. Yemas axilares. C. Yemas adventicias.....                                                                                                                                                                                                                | 5  |
| <b>Figura 5.</b> A. Chupón B. Ramos de mayo. C. Chifona.....                                                                                                                                                                                                                                    | 6  |
| <b>Figura 6.</b> Fenología del cerezo. ....                                                                                                                                                                                                                                                     | 7  |
| <b>Figura 7.</b> Mapa de las comarcas del Valle del Jerte.....                                                                                                                                                                                                                                  | 16 |
| <b>Figura 8.</b> Diagrama combinado de floración y maduración de las distintas variedades de cerezo .....                                                                                                                                                                                       | 20 |
| <b>Figura 9.</b> Drupa de ‘Pico Colorado’.....                                                                                                                                                                                                                                                  | 21 |
| <b>Figura 10.</b> Picotas de la variedad ‘Ambrunés’, como se observa en la imagen la piel tiene una coloración granate. ....                                                                                                                                                                    | 22 |
| <b>Figura 11.</b> Árbol defoliado por el hongo <i>Blumeriella jaapii</i> .....                                                                                                                                                                                                                  | 23 |
| <b>Figura 12.</b> A. Exudado de la resina del árbol infectado por la bacteria <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i> . B. Manchas en hoja causadas por <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i> .....                                                                           | 24 |
| <b>Figura 13.</b> A. Síntomas en hojas causados por el hongo <i>Stigmina carpophila</i> B. Síntomas en brote causados por el hongo <i>Stigmina carpophila</i> .....                                                                                                                             | 25 |
| <b>Figura 14.</b> A. Síntomas en hoja causados por el hongo <i>Apiognomonía erythrostoma</i> . B. Daños producidos por <i>Apiognomonía erythrostoma</i> en las cerezas en distintas fases de madurez.....                                                                                       | 26 |
| <b>Figura 15.</b> Podredumbre parda en cerezas, afectadas por el hongo <i>Monilinia fructigena</i> . A. Daños en la cereza B. Flores que han sufrido del ataque del hongo <i>Monilinia laxa</i> .....                                                                                           | 26 |
| <b>Figura 16.</b> A. <i>Scolytus rugulosus</i> en estado adulto. B. Galerías producidas por <i>Scolytus rugulosus</i> .....                                                                                                                                                                     | 27 |
| <b>Figura 17.</b> A. Pulgón negro en fase adulta B. Colonias de pulgones negro C. Cerezo afectado por el pulgón negro. Se muestra como las hormigas están presentes en presencia de pulgones para defenderlos).....                                                                             | 28 |
| <b>Figura 18.</b> A. Adulto de la mosca de cereza. B. En la parte derecha de la imagen se observa el oviscapto de la hembra, y en la parte de la izquierda se aprecia al macho. C. Drupa afectada por el ataque de la mosca de la cereza, mientras se alimentaba del interior de la pulpa ..... | 28 |
| <b>Figura 19.</b> A. Enrollado de las hojas por ataque de la oruga cigarrera B. Roído de los frutos....                                                                                                                                                                                         | 29 |
| <b>Figura 20.</b> Cerezas afectadas por monilia. ....                                                                                                                                                                                                                                           | 30 |
| <b>Figura 21.</b> Mapa de distribución mundial de las especies <i>Monilinia</i> spp.....                                                                                                                                                                                                        | 31 |
| <b>Figura 22.</b> Descripción del proceso de plasmogamia. En el anteridio se desarrolla una tricógina, que se extiende hasta el arquegonio, donde se produce la plasmogamia .....                                                                                                               | 32 |
| <b>Figura 23</b> A. Fase de reproducción asexual y sexual. B. Micelio dicariótico (los núcleos del anteridio y del arquegonio están mezclados) C. Ascocarpo o cuerpo fructífero.....                                                                                                            | 33 |
| <b>Figura 24.</b> Ciclo de vida de <i>Monilinia</i> spp.....                                                                                                                                                                                                                                    | 34 |
| <b>Figura 25.</b> Daños del ataque de monilia en frutos de cerezo.....                                                                                                                                                                                                                          | 35 |
| <b>Figura 26.</b> Carta de color Ctifl para cerezas.....                                                                                                                                                                                                                                        | 52 |
| <b>Figura 27.</b> Figura adaptada del artículo publicado por Michailidis et al., 2020.....                                                                                                                                                                                                      | 53 |



## Índice de tablas

---

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1.</b> Principales países productores de cerezas en 2018 .....               | 12 |
| <b>Tabla 2.</b> Producción mundial de cerezas entre 2015-2019.....                    | 12 |
| <b>Tabla 3.</b> Productos fitosanitarios para combatir al hongo monilina.....         | 37 |
| <b>Tabla 4.</b> Agentes de control biológico para combatir <i>Monilinia</i> spp. .... | 38 |

## Índice de gráficos

---

|                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gráfico 1.</b> A. Principales países importadores de cerezas frescas temporada 2018. B. Principales países exportadores de cerezas temporada 2018..... | 13 |
| <b>Gráfico 2.</b> Distribución de la superficie (izquierda) y de las producciones (derecha) del cerezo por regiones en España en 2020 .....               | 14 |

# 1. MEMORIA

## 1.1 Resumen en español

El cerezo (*Prunus avium* L.) es un frutal de hueso que pertenece a la familia de las Rosáceas. Es un cultivo muy importante en España junto con el melocotonero (*Prunus persica* L.). En este Trabajo de Fin de Grado se revisan la morfología y la fenología del cerezo, las condiciones climáticas y edáficas que necesita, y se describen las distintas variedades y patrones existentes, y las enfermedades y plagas a las que el cerezo es vulnerable en el Valle del Jerte.

En España, se producen anualmente unas 83.000 toneladas de cerezas o picotas por toda la península Ibérica, especialmente en Extremadura y en Aragón.

El Valle del Jerte (Extremadura) es la principal zona productora con 8.000 toneladas. En esta región destaca la producción de variedades de denominación de origen como ‘Ambrunés’, ‘Pico Colorado’, ‘Pico Negro’, aunque también es mayoritaria la producción de las variedades ‘Burlat’ y ‘Lapins’.

El hongo *Monilinia* spp. es el causante de la enfermedad podredumbre parda en frutales de hueso. Esta enfermedad genera numerosas pérdidas económicas, sobre todo en el frutal *Prunus persica* L. [Batsch], y también en el *Prunus avium* L. Las especies: *M. laxa*, *M. fructigena* y *M. fructicola*, son las más importantes para el desarrollo de la enfermedad.

Con estos antecedentes se ha diseñado un programa de mejora genética que, tras el cruzamiento inicial y al tratarse de una especie de multiplicación vegetativa, se sigue un método de selección clonal. Este plan de mejora busca obtener una nueva variedad, adaptada al Valle del Jerte y a Calatayud (Zaragoza), con resistencia al hongo *M. laxa* para evitar el desarrollo de la enfermedad podredumbre parda, y al agrietado del fruto, que evitará la penetración del hongo y por consiguiente la infección del cerezo. En el programa de mejora genética, también se tienen en cuenta otras características asociadas con la calidad de la fruta, la tasa de multiplicación vegetativa y el rendimiento.

Palabras clave: *Prunus avium* L., variedades, patrones, Valle del Jerte, mejora genética, *Monilinia* spp, resistencia, podredumbre parda.



### 1.2 Resumen en inglés

The cherry tree (*Prunus avium* L.) is a stone fruit tree that belongs to the Rosaceae family. It is a very important crop in Spain together with the peach tree (*Prunus persica* L.). In this thesis, the morphology and phenology of the cherry tree, the climatic and edaphic conditions it needs, the different existing varieties and rootstocks, and the diseases and pests to which the cherry tree is vulnerable in the Jerte Valley are described.

In Spain, about 83,000 tons of cherries or picotas are produced annually throughout the Iberian Peninsula, especially in Extremadura and Aragon.

The Jerte Valley (Extremadura) is the main producing area with 8,000 tons. In this region, the production of varieties with denomination of origin such as 'Ambrunés', 'Pico Colorado', 'Pico Negro' stands out, although the production of the varieties 'Burlat' and 'Lapins' is also in the majority.

The fungus *Monilinia* spp. is the cause of the brown rot disease in stone fruit trees. This disease generates numerous economic losses, especially in the fruit tree *Prunus persica* L. [Batsch], and in *Prunus avium* L. The species: *M. laxa*, *M. fructigena* and *M. fructicola*, are the most important for the development of the disease.

With this background, a genetic improvement program has been designed which, after the initial crossbreeding and being a vegetatively propagated species, follows a clonal selection method. This breeding plan seeks to obtain a new variety, adapted to the Jerte Valley and Calatayud (Zaragoza), with resistance to the *M. laxa* fungus to prevent the development of the brown rot disease, and to fruit cracking, which will prevent the penetration of the fungus and consequently the infection of the cherry tree. Other characteristics associated with fruit quality, vegetative multiplication rate and yield are also considered in the breeding program.

Key words: *Prunus avium*. L., varieties, rootstocks, Jerte Valley, plant breeding, *Monilinia* spp, resistance, brown rot.

## 2. ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

### 2.1 *Prunus avium* L.

#### 2.1.1 Morfología y fenología del cerezo

El cerezo, (*P. avium* L.) es un árbol caducifolio que pertenece a la familia Rosaceae. Dentro del mismo género se encuentran otros frutales de hueso como *Prunus persica* L.(melocotonero), *Prunus armeniaca* L. (albaricoquero), *Prunus domestica* L. (ciruelo europeo), *Prunus salicina* L (ciruelo japonés), *Prunus cerasus* L.(guindo).

El cerezo se caracteriza por poder alcanzar una altura de unos 20 o 25 metros. La corteza del tronco, lisa y anillada tiene una coloración marrón rojiza y se aprecian una serie de bandas transversales, además de lenticelas (Figura 1. A.). El cerezo presenta dominancia apical, por lo que su ramificación no es abundante, tiene un porte erguido y un tronco robusto.



**Figura 1.** A. Descripción de las lenticelas características del tronco del cerezo silvestre. B. Hojas ovado-oblongas con margen aserrado y presenta las glándulas. C. Flores pentámeras con numerosos estambres, la inflorescencia tipo es umbeliforme. Fuente: <https://www.vivelanaturaleza.com/arboles/cerezo-prunus-avium/>. Consultado: 20 de abril de 2021.

Las hojas de dicho árbol, por su parte, son algo péndulas y presentan formas ovado-oblongas, simples y acuminadas. Miden aproximadamente entre 7,5-12,5 cm de longitud y 3,5-5 cm de altura, es decir, son de gran tamaño. El margen es aserrado, mientras que el haz y el envés son pubescentes. Asimismo, las hojas que se sitúan cerca del limbo tienen dos o tres glándulas rojizas (Figura 1.B.). Cuando las hojas se empiezan a caer, la tonalidad que desarrollan es rojiza-anaranjada.

Las flores son blanquecinas, de 2-3 cm de diámetro. Asimismo, son pentámeras, i.e., presentan cinco sépalos, cinco pétalos obovados y contienen numerosos estambres y un pistilo lampiñoso; se agrupan en hacecillos sentados en umbelas de dos a seis flores y se encuentran rodeadas en la base por una serie de coronas (Figura 1.C.). La corola está formada por cinco pétalos de tamaño reducido de color blanco o rosa con una forma obovada.

En lo que respecta a sexualidad, las flores son hermafroditas. La parte masculina de la flor es conocida como androceo y la femenina como el gineceo. El androceo está compuesto por numerosos estambres. El pistilo es la unidad del órgano femenino formada por el ovario, estilo y estigma, da lugar al carpelo. La suma de todos los carpelos constituye el gineceo. Cada flor cuenta con un pedúnculo de 2 a 5 cm de largo (Polanco Zambrano, 2017).

Por otra parte, las flores nacen antes que las hojas o al mismo tiempo que éstas brotan, y se caracterizan por ser autocompatibles, así como, por un cáliz libre y caedizo.

Se suele dar la autoincompatibilidad entre algunas variedades a la hora de fecundar el ovario con distintos pólenes. Para que se produzca el fruto es necesario que haya polinización cruzada. Además, dicha polinización es entomófila, y requiere de un gran número de insectos, principalmente abejas, en el momento de la apertura de las flores.

En cuanto al fruto, la cereza es una drupa que presenta forma de globo y la piel varía de un rojo claro a rojo oscuro, casi negro, aunque hay variedades con la epidermis de color crema. La pulpa tiene un color variable de crema a púrpura, es jugosa y el jugo puede pasar de ser incoloro a rojo oscuro. El hueso es pequeño, liso y casi esférico. La cereza es una fruta no climatérica cuya maduración debe completarse en el árbol.

El fruto es el órgano de la planta que se desarrolla después de la fertilización mediante el polen de uno o más estambres contenidos en un pistilo. Cada óvulo fertilizado por un grano de polen dará una semilla. La parte abultada del pistilo que contiene los óvulos (ovario) se convertirá en fruto (Figura 2). En las drupas, la parte interna del ovario (endocarpio) se endurece, se engrosa y forma un núcleo duro que confiere resistencia alrededor de la semilla.



**Figura 2.** Drupa del cerezo, en este caso con una coloración rojiza. Fuente: <https://plantasflores.com/prunus-avium-cv/>

Las yemas se clasifican según estos criterios:

- La naturaleza de los órganos que originan.
- La posición que ocupan en el ramo.

Según la naturaleza, las yemas pueden clasificarse en:

- Vegetativas, conocidas como yemas de madera, son las que acaban dando lugar a los brotes. Son puntiagudas y de tamaño pequeño (Figura 3.A.).
- Fructíferas, conocidas como yemas de flor, son aquellas que permiten el desarrollo de una o varias flores y, en consecuencia, de los frutos. A la vez puede permitir el desarrollo de hojas, pero no tienen ningún meristemo vegetativo. Presentan formas globosas y mayor tamaño que las vegetativas (Figura 3.B.).



**Figura 3.** A. Yemas vegetativas. B. Yemas de flor. C. Corte transversal de yema de flor. Fuente: <http://www.fruticultura.udl.es/Fruticultura/organografiaFenologiaFruiters/yemas.html>

Por otra parte, según la ubicación de las yemas, pueden ser de distintos tipos:

- Yemas apicales o terminales: aquellas que se encuentran en la parte final del ramo (Figura 4. A.).
- Yemas axilares o laterales: aquellas que se encuentran a lo largo del ramo en la zona de las axilas de las hojas. Las yemas que se ubican en la parte más basal del ramo son conocidas como yemas basilares (Figura 4. B.).
- Yemas estipulares: se encuentran ubicadas en los laterales. Suele haber dos yemas y son más pequeñas que las yemas principales. Suelen ser conocidas como yemas de reemplazo.
- Yemas adventicias. Suelen darse en puntos indeterminados y se desarrollan a partir de meristemos secundarios. Se desarrollan sobre las ramas y el tronco debido a una serie de podas, heridas, cortes y también sobre las raíces, originando su brotación (Figura 4. C.).

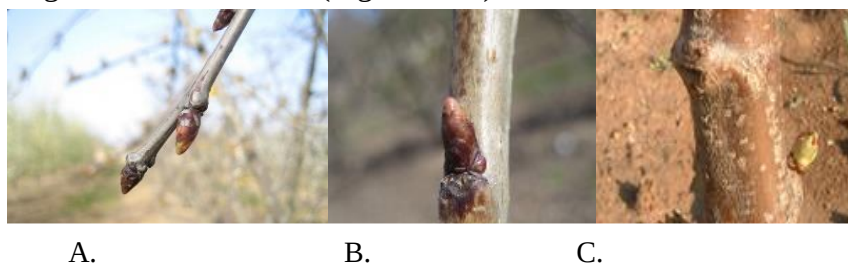


**Figura 4.** A. Yemas apicales. B. Yemas axilares. C. Yemas adventicias

Por otro lado, el crecimiento del cerezo es acrotónico; empiezan brotando las yemas que se encuentran más alejadas, (las terminales o apicales), lo que da lugar a la formación de pisos o verticilos de ramos, y quedando latentes las yemas axilares más bajas del ramo del año.

Durante su desarrollo normal, cualquier brote vegetativo se formará y se diferenciará durante el período vegetativo. Por tanto, cuando llega el otoño y se encuentra en período de descanso, los brotes de casi todas las especies de las regiones templadas están muy diferenciados y evolucionados.

Cuando llega la primavera, comienzan a crecer los brotes vegetativos. En principio, este crecimiento se produce por el engrosamiento de las yemas, la apertura de escamas y orificios, y la aparición de la borra.<sup>1</sup>

En el cerezo, se observan unos ramos vegetativos muy alargados y un chupón, un ramo muy vigoroso que se desarrolla a partir de la madera vieja (Figura 5. A.). Este suele tener una longitud superior a 2 m y, es más grueso que los ramos vegetativos normales, los cuales solamente echan hojas. Raramente, en algunas especies los chupones portan yemas fructíferas, aunque por regla general dichas yemas son de carácter vegetativo. Los chupones son ramos más o menos rígidos y lignificados, crecen de manera vertical, y su longitud media suele ser de 0,5 – 2 m. Su diámetro basal es de 1 a 2 cm, y todas sus yemas axilares y terminales son vegetativas.

<sup>1</sup> InfoAgro.com. El cultivo de la cereza. Consultado: 1 de febrero de 2021 [https://infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/cereza.htm](https://infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/cereza.htm)

Cuando las temperaturas empiezan a aumentar, las yemas de madera dan lugar a una serie de brotes y permiten el desarrollo de las hojas. Finalmente, durante el otoño, el crecimiento se detiene y cuando las hojas se caen, pasan a llamarse ramos. Durante la primavera posterior, las yemas de esos ramos dan lugar a unos nuevos brotes, conocidos como ramos.

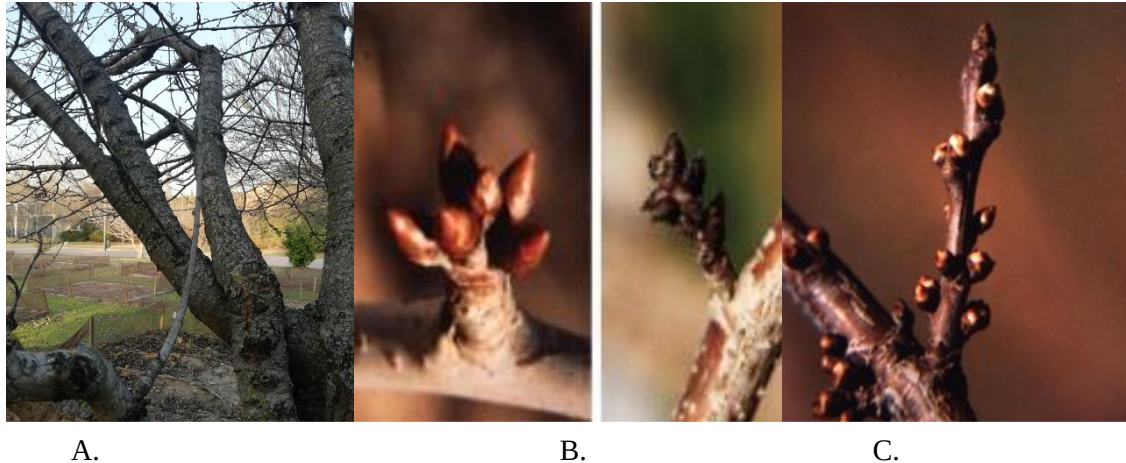


**Figura 5.** A. Chupón (Bernal Basurco Carlota., 2020. Jardín botánico UCM) B. Ramos de mayo. C. Chifona. Fuente: <http://blog.agrologica.es/formaciones-vegetativas-y-fructiferas-en-poda-frutales-almendro-cerezo-ciruelo-melocotonero-albaricoquero-peral-manzano/>.

Asimismo, como ya se ha mencionado, en el cerezo se forman yemas de madera y yemas de flor, ramos mixtos. Las yemas de flor aparecen fundamentalmente en ramos de mayo o en la parte basal de los ramos mixtos (dan flor y fruto), en número variable entre una y seis. En el caso de los ramos de mayo, todas las yemas son de flor, salvo una yema vegetativa que se encuentra ubicada en el centro. Otra característica de los ramos de mayo es su lento crecimiento, aproximadamente 2 mm cada año. (Figura 5. B.) Las chifonas y los ramos de mayo presentan aspectos diferentes; el ramo de mayo tiene un aspecto arracimado, mientras que la chifona es más alargada (Figura 5. C.) (Dellinger, 2010).

Además, el ramo de mayo permite que se obtengan abundantes cosechas de cerezas de manera prolongada en el tiempo, y suele medir entre 4-8 cm de longitud.

Por su parte, las chifonas se caracterizan por ser ramos más cortos y delgados en comparación con los ramos mixtos<sup>2</sup> y se desarrollan de forma repentina y simultánea (Figura 5. C.).

La figura 6 ilustra los diferentes estados del desarrollo de flores y frutos en el cerezo.

<sup>2</sup>Agrológica. (29 de noviembre de 2012). *Formaciones vegetativas y fructíferas en frutales: consideraciones previas a la poda*. Consultado: 20 de marzo de 2021. Obtenido de <http://blog.agrologica.es/formaciones-vegetativas-y-fructiferas-en-poda-frutales-almendro-cerezo-ciruelo-melocotonero-albaricoquero-peral-manzano/>.

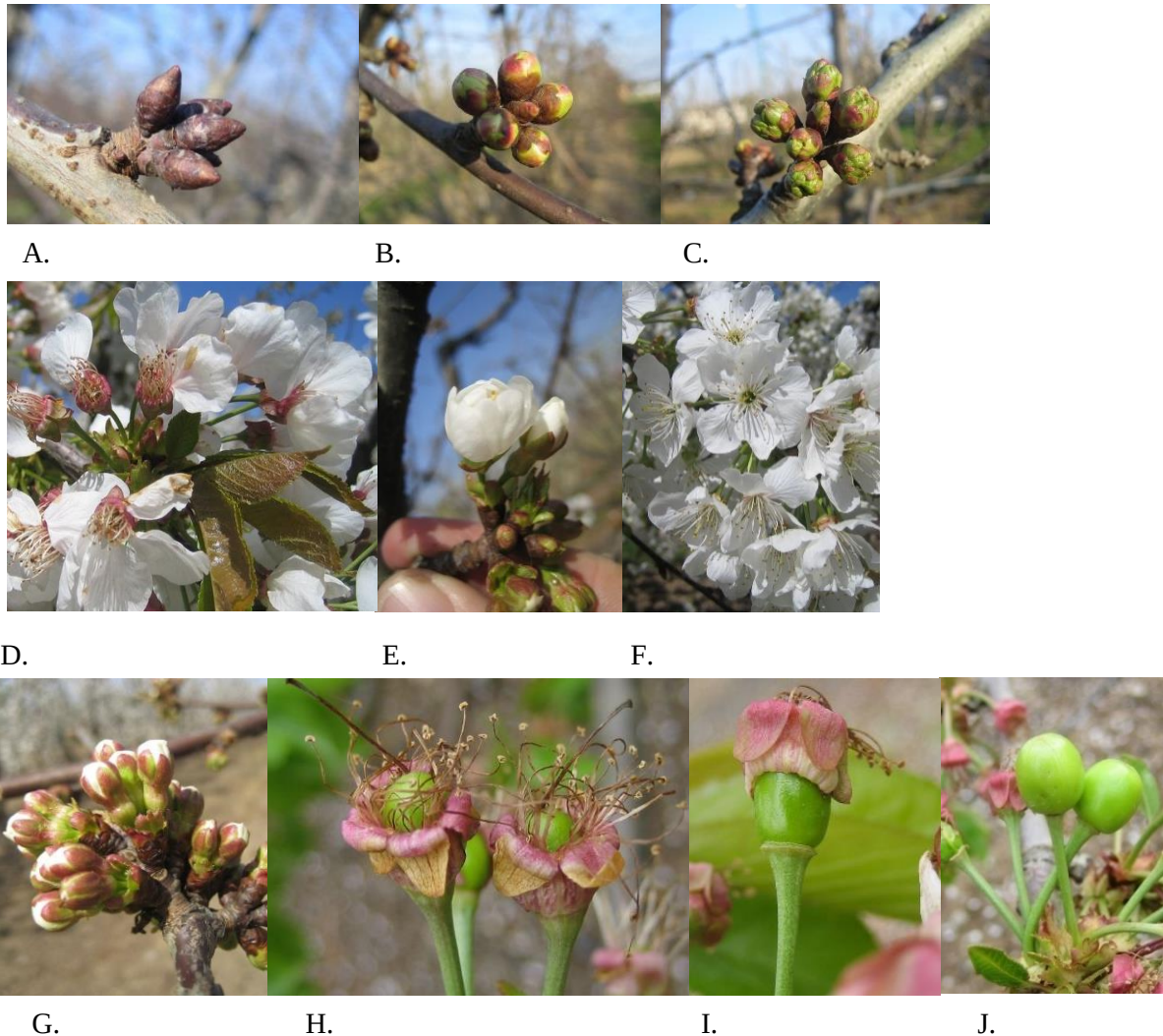


**Figura 6.** Fenología del cerezo. A. Yema de invierno. B. Yema hinchada. C. Botones visibles. D. Los botones se separan. E. Se ven los estambres. F. Flor abierta. G. Caída de los pétalos. H. Fruto cuajado. I. Cae el cáliz. J. Fruto tierno.

Fuente: <http://www.fruticultura.udl.es/Fruticultura/organografiaFenologiaFruiters/yemas.html>

### 2.1.2 Condiciones climáticas y edáficas necesarias para su cultivo

El desarrollo final de un árbol frutal y su producción total acumulada dependen de su constitución genética (vigor y productividad) y de su estado sanitario. Sin embargo, la capacidad productiva del frutal está limitada por factores edáficos y climatológicos, dependiendo de la ubicación en la que se cultiven los cerezos el rendimiento de estos frutales será mayor o menor (Gil, 1998).

El cerezo se puede cultivar en distintas zonas. Se suele dar desde una altura mínima sobre el nivel del mar hasta unos 500 m de altitud, aunque este cultivo se suele dar en ubicaciones más bajas para asegurarnos de que siempre hay cosecha, debido a que el cerezo es resistente a las bajas temperaturas invernales.



Además, el cerezo es un árbol de hoja caduca que crece en áreas de clima templado o mediterráneo. Su supervivencia está limitada por la intensidad y la duración de las heladas invernales.<sup>3</sup>

El cerezo da buena producción en climas demasiado fríos para el melocotonero y el albaricoquero, pero es sensible al calor. Durante la maduración, la humedad ambiental debe ser baja, pues en caso contrario se produce el agrietamiento de los frutos y puede arruinar la cosecha. Por todo ello, las zonas de inviernos lluviosos y veranos frescos y secos son favorables para el cultivo del cerezo.

Las especies en zona templada tienen el ciclo anual en dos periodos, el de reposo invernal y el de actividad vegetativa. La influencia de las temperaturas es marcada distinta en uno y en otro periodo y, en consecuencia, para su estudio tendremos que diferenciar, las temperaturas que se producen durante el periodo de reposo (temperaturas invernales) de las que se producen durante la actividad vegetativa, (temperaturas de primavera, verano y otoño).

- Temperaturas de invierno:

Las temperaturas invernales se dan durante el periodo de reposo. En España dura normalmente desde mediados de noviembre hasta primeros de marzo. Durante el periodo de reposo, el cerezo ni crece, ni florece, y se encuentra adaptado a un intervalo de temperaturas de entre -5°C y -20°C. Sin embargo, durante el invierno es muy frecuente que se alcancen valores sensiblemente inferiores (hasta -10°C/-12°C) o superiores (25°C), produciendo una serie de daños. Las yemas del cerezo se van a ver afectadas a una temperatura de -10°C, la rama y el tronco entre un intervalo de -29 y -34°C y el árbol en sí soportará como máximo temperaturas de -34°C. Temperaturas más bajas supondrán su muerte total.

A la duración media específica del reposo invernal se le denomina necesidades de frío. Estas necesidades se miden contando el número de horas que se han producido durante el reposo por debajo de una temperatura umbral de 7°C. Dichas horas reciben el nombre de horas-frío y se comienzan a medir desde la fecha de la caída de las hojas, por ejemplo 1 de noviembre, hasta el 15 de febrero en el caso del cerezo. El cerezo necesita entre 500 – 1.400 horas frío. (Gil, 1998). Al ser una especie de floración y fructificación tardía, el periodo vegetativo comienza más tarde y, en consecuencia, tiene la capacidad de no verse dañado por las heladas primaverales, a diferencia del almendro, que sufre muchos daños por heladas primaverales, ya que sus necesidades de hora-frío son bajas (10-500).

- Temperaturas primaverales:

El final del invierno y los comienzos de la primavera coinciden normalmente con el principio de la actividad vegetativa del cerezo (una vez concluido su periodo de reposo). En los meses de marzo y abril, y aún en mayo, en las zonas más frías, las heladas no suelen descender de -5°C, temperatura que sería inofensiva en pleno invierno, pero que puede causar daños a las yemas en evolución.

Las yemas de flor son las más afectadas por temperaturas bajas. Las partes más sensibles de la flor del cerezo son el ovario, los óvulos y la base del estilo, que se congelan, necrosan y mueren cuando están sometidos a temperaturas internas de entre -1°C y -2°C durante más de media hora.

---

<sup>3</sup> Árboles y frutales. Consultado: 3 de abril de 2021. <https://arbolesfrutales.org/>



Durante el reposo invernal las yemas de flor son más resistentes al frío y a partir del desborre la susceptibilidad aumenta conforme avanza el estado fenológico. Los frutos jóvenes son más susceptibles que la flor y esta, a su vez, lo es más que los botones de flor cerrados. Los órganos vegetativos suelen ser más resistentes a las bajas temperaturas. El cerezo soporta  $-3,9^{\circ}\text{C}$  en estado de desarrollo de botón cerrado mostrando color, cuando se encuentra en plena floración  $-2,2^{\circ}\text{C}$  y los frutos jóvenes  $-1,1^{\circ}\text{C}$  (Gil, 1998).

Las cubiertas florales son más resistentes, y según estén más o menos cerradas impiden que el frío alcance el gineceo, siendo necesarias temperaturas más bajas para que se produzcan daños. Ello explica que en desborre la yema sea más resistente que el botón verde; este es más resistente que el botón rosa, y a su vez este lo es más que la flor abierta, siendo la máxima sensibilidad al frío la del fruto recién cuajado. A partir de aquí, el cerezo va a incrementar su resistencia al aumentar el tamaño de las cerezas, ya que los tejidos van a aislar al embrión, incrementando la dificultad para que el frío penetre.

Si el frío es poco intenso o el fruto está bien desarrollado se observarán grietas microscópicas en la epidermis, y si el frío es muy intenso causará la muerte celular (por la precipitación de coloides del protoplasma).

- Temperaturas estivales:

Estas son las temperaturas producidas durante todo el periodo de actividad vegetativa, a excepción del periodo de floración. Por lo tanto, esta época incluye, el crecimiento vegetativo y el desarrollo y recolección de la fruta.

Los valores óptimos de las temperaturas medias durante el periodo de mayo – septiembre son de  $18$  a  $22^{\circ}\text{C}$ . Debido a que el cerezo no soporta calores fuertes, es por eso por lo que su rango de adaptabilidad es muy estrecho en comparación con otras especies, como el almendro ( $20-26^{\circ}\text{C}$ ). Necesitan periodos de actividad vegetativa largos para que pueda madurar el fruto, ya que este es, no climatérico, entre  $100 - 240$  días (Gil, 1998).

En las condiciones resumidas, con temperaturas extremadamente altas las frutas y los árboles despreciados llegan a desflorar de forma prematura. Las altas temperaturas de verano (más de  $35^{\circ}\text{C}$ ) también están vinculadas a la formación de doble frutos en la cosecha del año siguiente. La exposición de las yemas a altas temperaturas o radiación directa durante la inducción floral se traduce en la formación de pistilos dobles. Si ambos pistilos están polinizados y los óvulos se fertilizan, los ovarios se fusionan y dan lugar a las frutas dobles (Feucht, 2008).

### Suelo

La distinta valoración del suelo se basa en una serie de factores como la profundidad libre, la textura y la estructura, que constituyen elementos importantes en la fertilidad natural del suelo. En este sentido también tienen gran influencia la proporción de aire de la tierra, su capacidad de absorción de agua y el valor de pH. Para conocer la capacidad del cultivo del cerezo hay que valorar cinco componentes:

- La profundidad libre
- La fertilidad
- La permeabilidad
- El contenido de caliza y el valor del pH



- La salinidad

Los cerezos dulces (*P. avium* L.) se plantan a menudo en suelos residuales calcáreos sobre Muschelkalk (calizas y dolomías conchíferas) porque estos suelos son moderadamente secos y están bien aireados. El buen crecimiento de los cerezos se achaca a menudo a la caliza, pero lo determinante sin duda es la mejor aireación. El cerezo prefiere los suelos francos para mantener la porosidad (así se favorecerá el desarrollo de las raíces) y una estructura en agregados que impida la asfixia radicular. Asimismo, es conveniente que los suelos sean permeables, profundos, ricos en materia orgánica, ligeramente calizos y con pH próximo a la neutralidad. La especie *P. avium* L. se desarrollará mejor en suelos con pH neutro, aunque también soporta un pH de 8. No tolera los encharcamientos, por lo que la zona de plantación debe estar muy bien drenada. Los árboles de esta especie sufren clorosis férrica si el pH del suelo es 7.5 o superior, o si el nivel de caliza activa del suelo es superior al 6%. <sup>4</sup>

Por otra parte, la escasez de oxígeno en el suelo trae como consecuencia la asfixia radicular. Inicialmente, mueren por esta razón las raíces más finas, pero si las condiciones de anaerobiosis persisten, mueren también las raíces fibrosas y aún las más gruesas, con lo que la absorción y translocación radicular quedan seriamente afectadas.

Los suelos del Valle de El Jerte presentan texturas gruesas, estructuras moderadas a débiles con alta porosidad, suelen ser subangulares y angulares, tiene un bajo porcentaje de agua útil (Capacidad de campo menos porcentaje de humedad relativa). Además, presenta alta permeabilidad, cierta acidez y poca fertilidad, es decir, carecen en abundancia de nutrientes, a no ser que hayan sido abonados (Gallardo et al., 1981).

### Necesidades nutricionales

En general, *P. avium* L. es un frutal de hueso que necesita un suelo rico en nutrientes. Las necesidades nutricionales del cerezo que se van a indicar son aproximadas, puesto que estas varían según la parcela y el tipo de suelo. Se van a señalar las necesidades nutricionales concretas de *P. avium* L. en el Valle del Jerte, ya que es una de las grandes zonas de producción de cerezos. <sup>5</sup>

El abonado de fondo para una plantación de cerezo dependerá de la fertilidad del suelo. Las necesidades nutricionales medias a distintas edades del cerezo tenemos:

Durante la formación el cerezo, en el primer año necesitará:

- Fósforo 10 kg  $P_2O_5$ / ha
- Potasio 20kg  $K_2O$ /ha
- Nitrógeno 35 kg N/ha

En el segundo año:

- Fósforo 15 kg  $P_2O_5$ / ha
- Potasio 40 kg  $K_2O$ / ha
- Nitrógeno 45 kg N/ha

---

<sup>4</sup> Antonio, Jose. (s.f.). El cultivo del cerezo [información de un foro]. Agromática. Consultado: 6 de mayo de 2021.

<https://www.agromatic.es/el-cultivo-del-cerezo/>

<sup>5</sup> Guía práctica del cerezo en el Valle del Jerte. Consultado: 20 de marzo de 2021. <https://es.calameo.com/read/004570030f19aef15e5f7>



Y durante la producción:

- Fósforo 45-80 kg  $P_2O_5$ /ha
- Potasio 140-170 kg  $K_2O$ /ha
- Nitrógeno 90-120 kg N/ha <sup>5</sup>

### Pluviometría e Higrometría

Todas las especies frutales precisan para mantener su desarrollo vegetativo normal y una óptima producción de fruta disponer en el suelo de un adecuado nivel de humedad. El agua necesaria para mantener este nivel procede, en general, de las lluvias. Si la disponibilidad de agua en el suelo no es suficiente, el crecimiento vegetativo se resiente por la menor intensidad de la fotosíntesis ante la falta de agua, y por el acortamiento del periodo del crecimiento activo, ya que la parada de verano puede producirse no solamente por superarse el umbral máximo de temperaturas, sino también por la sequía. En esas condiciones la producción de fruta se ve limitada en su cantidad, y debido a la disminución del número de yemas florales, la calidad de la cereza también se va a ver afectada, en su color, aspecto y composición del fruto (Feucht., 2008).

El cerezo es un árbol que tiene unas necesidades hídricas de 500 mm de lluvia. Tolera las sequías, aunque para ello necesita un riego de apoyo para poder desarrollar un buen tamaño del fruto.

Se aconseja evitar el estrés hídrico previo a la cosecha y reducir el agua de riego tras la recolección con una estrategia de riego deficitario, cubriendo al menos el 25% de las necesidades totales de agua. En Extremadura la pluviometría media anual es de 500-600 mm, por lo que se adecúa a las necesidades hídricas de lluvia que necesita el frutal. Por esto, y otros motivos, el Valle del Jerte, Cáceres es uno de los principales productores de cereza a nivel nacional.

Se recomienda regar los cerezos con goteros. En los meses que más se hace apoyo del riego es entre mayo y septiembre (durante la formación del fruto y los meses estivales). Se debe regar por la noche, porque así el cerezo aprovecha más el agua debido a que el suelo está menos caliente, y por tanto el agua se evaporará menos. Los riegos serán frecuentes durante el cuajado del fruto hasta la recolección y se eliminarán a continuación, hasta que el árbol deje de crecer, y reiniciarlos posteriormente en intensidad acorde al mantenimiento de actividad vegetativa. Se regará cuando el balance hídrico lo recomiende.

Hay que tener cuidado con el exceso de aporte de agua, ya que puede causar problemas en el cerezo, como el agrietado de las cerezas. Esto ocurre cuando la cereza está próxima a su madurez y de repente viene un gran aporte de aguas por lluvia que va a provocar una absorción intensa del agua. En este caso, si la epidermis no es lo suficiente elástica, se producen grietas, dando lugar a la depreciación del fruto.

Las lluvias durante el proceso de floración pueden causar algún problema si llegan a ser muy intensas, debido a que impide el vuelo normal de abejas, favorece el desarrollo de moniliosis (enfermedad producida por *Monilinia* spp.) en las flores y causa la partidura de frutos, lo que puede causar pérdidas completas.

### Insolación

Las especies frutales de zona templada vegetan y fructifican adecuadamente en un amplio intervalo específico de valores de la insolación. Fuera de este intervalo, la baja



insolación o el exceso de insolación ocasionan efectos casi siempre negativos en los árboles.

La insolación incide claramente en la fotosíntesis, y, a través de ésta, en el crecimiento vegetativo, en la inducción floral y en el tamaño, color y composición de los frutos, condicionando en consecuencia la cuantía y calidad de la cosecha.

El cerezo es exigente en insolación y crece mejor en ambientes soleados que en condiciones bajas de iluminación o umbrías. Esta especie para protegerse de las agresiones solares no solo sintetiza productos primarios, sino también sustancias especiales para la defensa, denominadas sustancias secundarias. Son productos primarios el azúcar, la celulosa, la pectina, las grasas y las proteínas.

## 2.2 El cultivo del cerezo

### 2.2.1 Producción de cerezo y estudio de mercado

Debido al consumo en fresco y al aumento de demanda de las cerezas, este frutal está adquiriendo más valor año tras año.

La producción de cerezas se encuentra distribuida globalmente. En las tablas 1 y 2 se muestran los diez primeros países del mundo productores de cerezas en 2018 y las producciones mundiales entre 2015 y 2019:

| <b>País</b>    | <b>Producción (t)</b> | <b>Producción por persona (kg)</b> | <b>Superficie (ha)</b> | <b>Rendimiento (Kg/ha)</b> |
|----------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------|----------------------------|
| Turquía        | 639.564               | 7,914                              | 84.087                 | 7.606                      |
| Estados Unidos | 312.430               | 0,953                              | 34.398                 | 9.082,8                    |
| Uzbekistán     | 172.035               | 5,268                              | 12.161                 | 14.146,5                   |
| Chile          | 155.935               | 8,873                              | 30.179                 | 5.167                      |
| Irán           | 137.268               | 1,679                              | 17.024                 | 8.063,4                    |
| Italia         | 114.798               | 1,899                              | 29.156                 | 3.937,4                    |
| España         | 106.584               | 2,284                              | 27.368                 | 3.894,5                    |
| Rumanía        | 90.837                | 4,653                              | 7.058                  | 12.870,1                   |
| Grecia         | 90.290                | 8,385                              | 16.210                 | 5.570                      |
| Ucrania        | 84.640                | 2,003                              | 9.800                  | 8.636,7                    |

**Tabla 1.** Principales países productores de cerezas en 2018. FAO

| <b>Año</b> | <b>Producción mundial (t)</b> |
|------------|-------------------------------|
| 2015       | 2.246.577                     |
| 2016       | 2.328.758                     |
| 2017       | 2.455.479                     |
| 2018       | 2.568.446                     |
| 2019       | 2.595.812                     |

**Tabla 2.** Producción mundial de cerezas entre 2015-2019. FAO

Durante la temporada de cerezas 2014-2015 se alcanzó una producción de 2,4 millones de toneladas, respecto de la cosecha anterior se incrementó 1,5%. En el año 2019 la producción se incrementó 15% respecto a la cosecha 2014-2015. En 2018 el principal país productor fue Turquía con el 33,6% de la producción mundial, seguido de Estados Unidos con el 16,4%, de Uzbekistán y Chile con 9% cada país, después Irán con un 7,2% y por último lugar Ucrania con 4,4%. Chile en estos últimos diez años han

triplicado su producción y Turquía y Estados Unidos también han aumentado su producción en un 30% y 12%. Mientras que Ucrania ha disminuido su producción en 17% (FAS USDA).

### Principales países consumidores de cerezas:

En el año 2018 Turquía es el principal país consumidor, con 7,8 kg/hab/año al año. Además de Turquía, China y Estados Unidos también tienen un consumo alto.

Los principales países importadores en 2018 fueron China y Corea, con 41,51% y 8,11%. Rusia, Alemania y Canadá también son países importadores. Todos estos países tienen mayor demanda entre octubre y marzo cuando no tienen producción nacional, pero otros países como Chile sí que poseen producción nacional en esas fechas, por ello este país es un principal exportador de cerezas.



A.

B.

**Gráfico 1.** A. Principales países importadores de cerezas frescas temporada 2018. B. Principales países exportadores de cerezas temporada 2018. Fuente: Elaborada por Carlota Bernal Basurco con datos del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de Argentina, 2019. Consultado: 26 de diciembre de 2021.

### Principales países exportadores:

Los principales países exportadores en 2018 fueron Chile y China, con 37,42% y 22,46% del volumen exportado mundial. Los siguen EE. UU., Turquía y España (Gráfico 1.B).

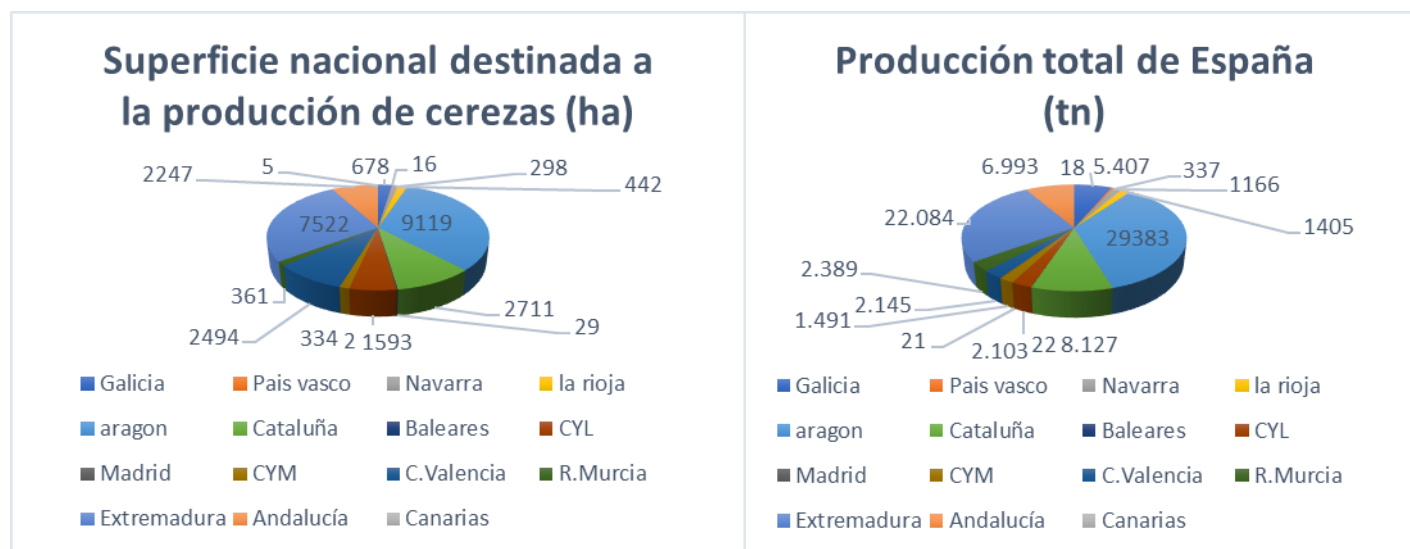
De los países exportadores, Chile es el líder debido a que es capaz de producir en contra estación, así de esta forma exporta sobre todo a China cuando no hay producción nacional y, en consecuencia, obtiene un mejor precio por sus cerezas. Los países productores del hemisferio sur tienen la ventaja estacional y gracias a ello, obtienen más ingresos cuando exportan al hemisferio norte durante su invierno (Muñoz, 2015).

### Producción nacional:

La superficie ocupada en España por el cerezo en 2020 fue de 27.851 ha, con una producción anual de 83.091 toneladas (MAPAMA, 2021). Se aprecia una disminución con respecto al año 2019, cuando se obtuvo una cosecha de 118.762 toneladas (Gráfico 2.B). El cultivo del cerezo se encuentra distribuido por toda la geografía nacional, pero sobre todo se concentra en Extremadura (7.522 ha) y Aragón (9.119 ha). Estas dos regiones ocupan el 60% de la superficie total española dedicada a la producción de

cerezas y el 62% de la producción nacional. Después de Aragón y Extremadura iría Cataluña y Valencia, Castilla-León y Andalucía, también hay en Galicia, La Rioja y Navarra. Aragón dedica más superficie a la producción de cerezas (33%) que Extremadura (27%), sin embargo, Extremadura es mucho más rentable debido a que es más productiva que la Comunidad Autónoma de Aragón, en comparación con las hectáreas utilizadas.

Hay 14.304 ha (51,24% de la superficie dedicada a la producción) que son producción en secano. La mayor parte de la producción en secano está en Extremadura, (22,6% del total). En Andalucía también hay bastante producción de cerezas en secano. En Aragón y en la Comunidad Valenciana la mitad de las hectáreas se cultivan en secano. El motivo de esto es que la mayoría de las variedades se recogen en junio, antes de que venga la temporada de sequía (Iglesias et al., 2016).



A.

B.

**Gráfico 2.** A. Distribución de la superficie del cerezo por regiones en España. B. Distribución de las producciones del cerezo por regiones en España en 2020. Fuente: MAPAMA. Consultado: 4 de noviembre de 2021.

### ➤ Extremadura

En el año 2020 la superficie dedicada a la producción de cerezas fue en esta región de 7.522 ha, con una producción de 22.084 toneladas, siendo la primera potencia en producción de cerezas. Las zonas más productoras de Extremadura se encuentran al norte de la provincia de Cáceres, en la zona del Valle del Jerte. En la zona del Jerte destaca la producción de picotas con una producción de 8.000 toneladas. Cuatro de las variedades tipo picotas están bajo la Denominación de Origen Protegida ‘Cereza del Jerte’, representando la variedad ‘Ambrunés’ el 63% de la producción en la región del Jerte. El 70% de la producción de picotas se destina a la exportación. El principal país al que llegan las cerezas del Jerte es Reino Unido, seguido de Alemania. En la zona de Cáceres hay producción en secano y en regadío, mientras que en la región de Badajoz solo existe producción de cerezas en regadío.



### ➤ Aragón

En el año 2020 la superficie dedicada al cultivo del cerezo experimentó un crecimiento hasta alcanzar las 9.119 ha. Las principales áreas de cultivo están en Zaragoza en las comarcas de Calatayud y Valdejalón. Se ha visto que en otras comarcas como Bajo Cinca y Bajo Aragón-Caspe la producción de cerezas está aumentando. En Aragón las variedades que se cultivan principalmente son ‘Burlat’, ‘Lapins’ y ‘Napoleón’. Aproximadamente el 20% de la cosecha se destina a la industria. La mayoría de la cosecha que se obtiene en esta Comunidad se queda en territorio español para distribuirla en los distintos mercados y el 15% de la producción de cerezas se destina a la exportación.

### ➤ Cataluña

En el año 2020 la superficie dedicada al cultivo del cerezo fue de 2.711 ha y con una producción de 8.127 toneladas. Dentro de la zona de Cataluña en las regiones que se produce son las comarcas del Baix Llobregat (cerca de Barcelona), la Ribera d’Ebre (Tarragona) y el Segrià (Lleida). Cataluña es la comunidad con mayor porcentaje de cerezas exportadas. En 2015 las exportaciones fueron de 6.950 toneladas, aproximadamente el 86% de la producción. Las cerezas de Cataluña suelen ser exportadas a Alemania, Francia, Italia y el Reino Unido.

### ➤ Comunidad Valenciana

En el año 2020 la superficie dedicada al cultivo del cerezo fue de 2.494 ha. En la última década esta superficie se ha visto reducida en unas 300 hectáreas, ya que no estaba siendo del todo rentable y se ha sustituido por otros frutales como el almendro o el caqui. La principal zona de producción es la Montaña de Alicante, existe una marca con Indicación Geográfica Protegida “Cerezas de la Montaña de Alicante”. En esta zona predomina la variedad ‘Burlat’.

En nuestro país debido a las condiciones climáticas, el fruto suele madurar precozmente en comparación con los otros países, como es el caso de Alemania o Rusia. Por esta razón, España puede exportar cerezas a los países europeos, obteniendo ingresos durante esa temporada gracias a que en otros países europeos las cerezas maduran más tarde. La producción les resulta rentable, ya que los precios de venta son altos y los costes de producción no son muy elevados.<sup>6</sup>

### ➤ Producción en el Valle del Jerte

En el Valle Del Jerte se pueden encontrar diferentes empresas dedicadas a la producción de cerezas. Las empresas se ubican en distintos pueblos de la provincia de Cáceres: El Torno, Valdestillas, Pasarón de la Vera, Barrado, Jerte, Piornal, Rebolla, Casas del Castañar, Tornavacas, Guijo de Santa Bárbara (Figura 7). Existen 15 cooperativas con más de 3.500 socios:

Cooperativa de Nuestra Señora del Viso en Barrado, de San Miguel en Cabrero, de San Roque en Casas del Castañar, de San Lucas en El Torno, de Santísimo Cristo del

---

<sup>6</sup> Agrupación de cooperativas del Valle del Jerte. Consultado: 27 de agosto de 2021. <https://www.ac-vallejerte.es/programa-completo-del-cerezo-en-flor-2019-en-el-valle-del-jerte/>

Amparo, Cooperativa Agraria de Navaconcejo, San José en Piornal, de Santa Catalina en Rebollar, Nuestra señora de las Nieves en Guijo de Santa Barbara, de Nuestra Señora de la Blanca en Pasarón de la Vera, la Cooperativa San Lorenzo en Garganta la Olla, de Nuestra Señora de Peñas Albas en Cabezuela del Valle, de San Pablo en Arroyomolinos de la Vera, de Santa Lucía en Valdastillas y Tornavalle en Tornavacas.

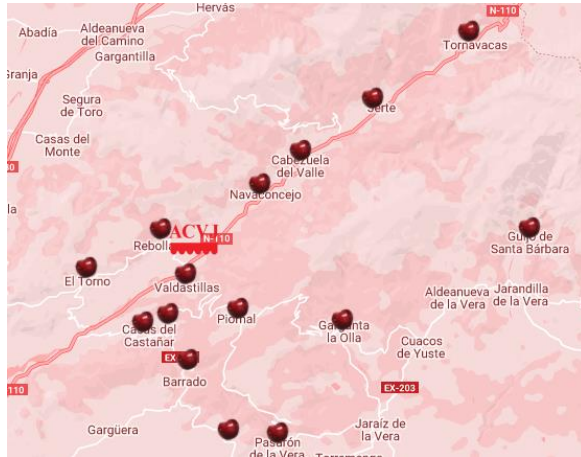


**Figura 7.** Mapa de las comarcas del Valle del Jerte. Fuente: Agrupación de Cooperativas del Valle del Jerte

La cooperativa de Navaconcejo es una de las más antiguas, se fundó en 1937 y está formada por 400 socios aproximadamente. Esta cooperativa dedica 300 hectáreas a cultivar cerezas.

El cerezo es un frutal que se ve muy influenciado por las condiciones climáticas en la zona, la cosecha puede variar de un año a otro. En el Valle del Jerte, en una campaña estándar la cosecha de cerezas ronda las 18.000 toneladas; en campañas fuertes cuando las condiciones climáticas son las adecuadas la cosecha puede llegar a ser de 23.000 toneladas. Sin embargo, si las condiciones climáticas no son las adecuadas tiene lugar la pérdida de cosecha y se suele obtener 13.000 toneladas.<sup>7</sup>

En el año 2019, en la zona del Jerte solamente el 1% de las cerezas que se llegaron a recoger por la Agrupación de las Cooperativas son ecológicas. El 50% de la producción por las cooperativas se destina a la exportación a otros países y la otra mitad se queda dentro del mercado nacional, a veces los porcentajes varían siendo el 60% destinado a la exportación y el 40% a España.<sup>7</sup>

En el año 2019 la cosecha de cerezas sobrepasó las 27.000 toneladas (siendo el 65% procedente de la cosecha del norte de Cáceres de la Agrupación de cooperativas del Jerte), situándose su precio de venta en dicha zona por encima de los 2 €/kg. Sin embargo, la cosecha de 2018 se dispuso a 1,20 €/kg, dicho menor precio tuvo como principal factor el aumento de la oferta como consecuencia del crecimiento de la producción de cereza autóctona en la región de Aragón y, por otro lado, por la importación de cereza procedente de Turquía debido a que su precio era más barato.

<sup>7</sup> Revista Mercados, 23 de agosto de 2019. Consultado: 15 de julio de 2021.  
<https://revistamercados.com/?s=cerezas>.



La campaña 2020/2021 se ha visto afectada por las lluvias que provocaron daños de rajados en el fruto dando lugar a la pérdida de la producción, entre un 20-40%.<sup>8</sup>

### 2.2.2 Variedades y patrones

Lo más importante para elegir el patrón es tener en cuenta la variedad que se quiere injertar e identificar con qué patrones es compatible. Además, es necesario considerar el tipo de suelo, el nivel de pH, la salinidad, la estructura del suelo, el marco de plantación, etc. El objetivo es ir hacia patrones enanizantes para facilitar las labores de poda, de recolección y aclareo de frutos, susceptibles de aumentar la densidad de plantación y en consecuencia la cosecha, además de adelantar la maduración para evitar que haya pérdidas por las heladas.

#### a) Patrones

Los patrones que provienen de semillas son los conocidos como francos. Estos últimos proceden de semillas de origen sexual de la misma especie y no proporcionan un comportamiento homogéneo. Por el contrario, los patrones clonales se obtienen mediante propagación vegetativa de forma asexual, (por estaca o acodo), dando lugar a una plantación homogénea, ya que son, iguales genéticamente. A la hora de realizar los trasplantes de los viveros es importante que la planta no tenga flor, debido a que en caso contrario la sensibilidad al transporte es mayor y el agarre empeora.

Los tramos de la especie *P. avium* L. dan lugar a árboles vigorosos de crecimiento lento. Suelen tardar en entrar en la producción y debido a esto los costes son más caros ya que la poda y la recolección requieren más coste. Estos patrones son perfectos a la hora de ver la compatibilidad del patrón con las variedades; el problema que tienen es que no enraizan igual de bien en suelos calizos. Tienen preferencia por suelos ligeros, neutros y frescos, rechazan las sales y prefieren suelos ácidos en vez de básicos. Hay dos tipos de patrones para *P. avium* L.: franco y clonal.<sup>9</sup>

#### Patrón ‘F12/1 Mazzard’

El patrón clonal más universal, es el ‘F12/1 Mazzard’, que pertenece a la especie *P. avium* L. Este patrón induce menor vigor, la entrada en producción se acorta (aproximadamente, 7 años). Por otra parte, aunque es muy sensible a la asfixia radicular se adapta muy bien a suelos pesados y/o poco nutritivos. Para finalizar, tiene una buena compatibilidad con las variedades existentes.

#### Patrón ‘Marilan’ (Híbrido ‘Mariana’ y ‘Adara’)

El portainjerto ‘Marilan’, se caracteriza por ser resistente a la asfixia radicular, razón por la que se utiliza en suelos donde suele haber encharcamientos. Este portainjerto es un híbrido resultante del cruzamiento de los patrones ‘Mariana’ (cuyo origen genético

---

<sup>8</sup> AgrOeste. (13 de abril de 2020). El frío y la humedad dañan 4 millones de kilos de cerezas en el Jerte, afectadas por la enfermedad de la monilia. Eldiario.es.

<sup>9</sup> Tema 11. El cerezo dulce: patrones y variedades. (2018). Obtenido de <https://georgiusm.files.wordpress.com/2018/11/cerezo.pdf>. Consultado: 9 de marzo de 2021



es un cruce entre un ciruelo (*Prunus cerasifera*) y un arbusto ornamental (*Prunus Munsoniana*) y ‘Adara’ (ciruelo). Teniendo en cuenta su vigor es aconsejable que se utilice con variedades muy productivas. Este patrón es resistente a *Phythoptora* y es inmune a los nematodos de las agalladuras. Sin embargo, resulta vulnerable o sensible al ataque por la bacteria *Agrobacterium*.

El patrón ‘Marilan’ ofrece buenas características heredados del patrón ‘Mariana’ que permite el desarrollo de árboles vigorosos y con una elevada capacidad productiva. El patrón ‘Marilan’ puede ser el patrón del futuro en el Valle del Jerte; además, gracias a las características que ha heredado del patrón ‘Adara’, es compatible con distintas variedades de cerezos dulces.

El portainjerto ‘Adara’ es el primer patrón proveniente de ciruelo que resultó compatible con el cerezo dulce. Gracias a este patrón, el cerezo soporta a la asfixia radicular, y permite obtener una elevada cosecha, con muy buena productividad. Además, se suele utilizar como intermediario entre variedades de cerezo y ‘Mariana’, ya que de forma directa el patrón ‘Mariana’ es incompatible con el cerezo.

### Patrón ‘Rebollo’

El patrón *Prunus avium* L. ‘Rebollo’ es el patrón que más se utiliza en la zona del Jerte. La multiplicación sucede por semillas y por estaquilla, aunque por estaquilla no se suele multiplicar tanto porque la multiplicación es más difícil. Este patrón tiene preferencia por terrenos secos y profundos y es medianamente tolerante a la asfixia radicular. Asimismo, es resistente a la sequía, pero es más sensible al ataque de bacterias que al de hongos.

La variedad injertada sobre este patrón tendrá frutos de buen tamaño, el árbol presentará vigor, la entrada en producción no será tan rápida como con otros patrones, y, en consecuencia, las cerezas tendrán más calibre. La variedad no tendrá muchas ramificaciones y tendrá un porte erguido. Este patrón da buenos resultados con variedades muy productivas.<sup>10</sup>

### b) Variedades

Los cerezos en las condiciones climáticas en España suelen madurar desde mayo hasta primeros de julio. Podemos clasificar las variedades más cultivadas según su época de maduración y ordenadas por su fecha de floración respecto a Burlat (0 días).

Variedades de maduración muy temprana:

- ‘Precoce Bernard’ (-3)
- ‘Moreau’ (-3)
- ‘Ramón oliva’ (-1)

Variedades de maduración temprana:

- ‘Burlat’ (0)

---

<sup>10</sup> Tema 11. El cerezo dulce: patrones y variedades. (2018). Consultado: 9 de marzo de 2021. Obtenido de: <https://georgiusm.files.wordpress.com/2018/11/cerezo.pdf>.



- 'Burlat C-1' (0)
- 'Early Big'
- 'EarlyLory' o 'Primulat'
- 'Larian' (10)
- 'Sandon Rose' (10)
- 'Celeste Santina' (11)
- 'Corum' (11)

Variedades de maduración media:

- 'Cristalina' (11-14)
- 'New Star' (11-14)
- 'Summit' (16)
- 'Van' (17)
- 'Compact Stella' (19)
- 'Stark Hardy Giant' (14)

Variedades de maduración tardía:

- 'Sunburst' (21)
- 'Sonata' (22)
- 'Lapins' (24)
- 'Somerset' (27)

Variedades de maduración muy tardía:

- 'Blanca de Provenza' (28)
- 'Ambrunés' (31)
- 'Pico negro' (33)
- 'Pico colorado' (34)
- 'Sweetheart' (36)
- 'Symphony' (37)

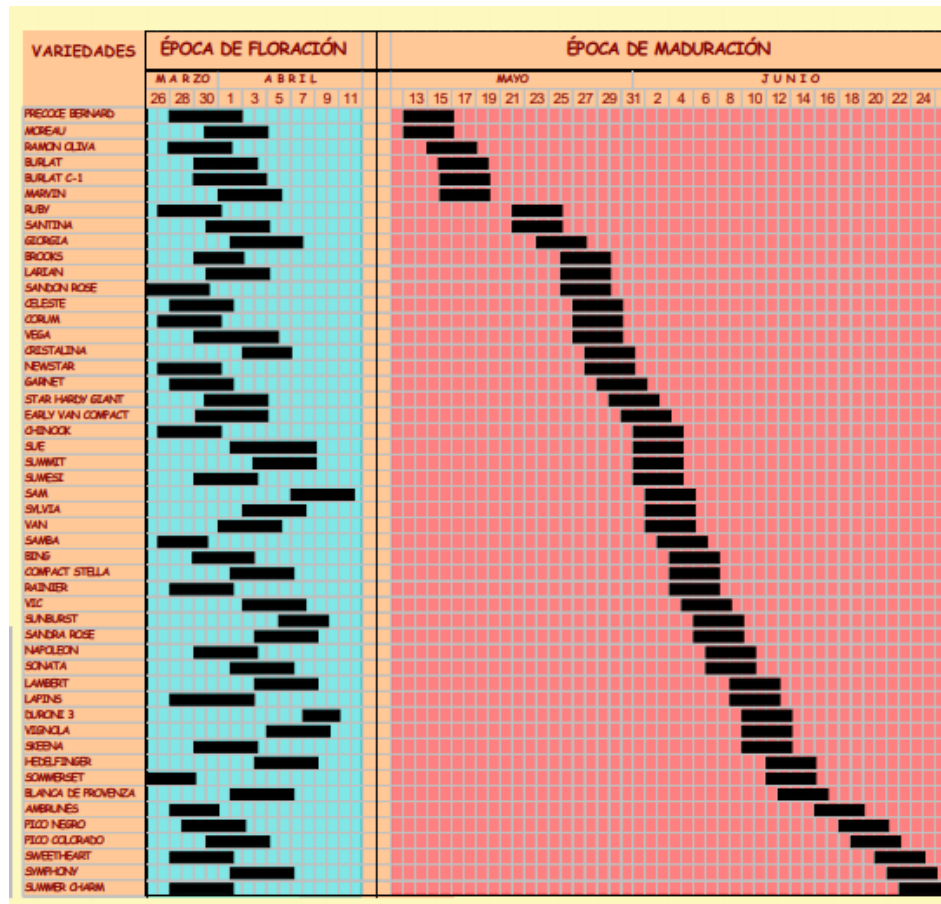


**Figura 8.** Diagrama combinado de floración y maduración de las distintas variedades de cerezo (Gella et al., 2001.)

En la zona del Jerte las variedades que más se cultivan son ‘Burlat’ y otras variedades catalogadas dentro de la denominación de origen, como son la ‘Ambrunés’, ‘Pico Limón’, ‘Pico Colorado’ y ‘Pico Negro’, que tienen en común que las cuatro son picotas. Además de estas variedades siempre se han cultivado la variedad ‘Navalinda’, y la variedad ‘Lamper’. Fuera de la denominación de origen destaca la variedad ‘Lapins’. A continuación, se describen las características principales de algunas de las variedades mencionadas.

### Variedad ‘Lapins’

La variedad ‘Lapins’ es originaria de Canadá y se obtuvo por cruzamientos entre ‘Van’ x ‘Stella’. Presenta un tamaño medio-grueso, y una forma redonda-aplanada. El color de la piel es rojo oscuro, y la pulpa es roja. Tiene un sabor muy dulce y la resistencia al agrietado es muy buena. La longitud del pedúnculo es normal y este no es liberado cuando se recogen las cerezas. Esta variedad es autocompatible, es decir, no requiere de la ayuda de polinizadores, y es muy productiva, vigorosa. El problema es que es sensible a la enfermedad podredumbre parda causada por el hongo *Monilinia* spp., y los frutos que se obtienen resultan ser irregulares y agrupados. Si se obtienen muchas cerezas puede disminuir el calibre de la cereza. (Gella et al., 2001).

El sabor de estas cerezas es de los más destacables, son muy sabrosas y gracias a su firmeza se reduce la pérdida de cosecha por motivos de golpes en el transporte. La

maduración se da veintisiete días después que ‘Burlat’ (Figura 7). Esta variedad es de las más cultivadas en la zona del Jerte.

#### Variedad ‘Burlat’

La variedad ‘Burlat’ es originaria de Francia, presenta un tamaño medio-grueso, una forma aplanada, el color de la piel es rojo oscuro y la pulpa es roja. Tiene un sabor muy bueno. El pedúnculo del fruto es corto. Esta variedad es la que se utiliza como referencia en el calendario de maduración de las distintas variedades. Presenta una maduración temprana, por lo que es resistente a las heladas primaverales y como muchas de las variedades de cerezo, es autoincompatible y requiere de otras variedades para poder ser fecundada como ‘Van’ o ‘Stark Hardy Giant’. El problema de esta variedad es que sus cerezas no tienen resistencia al agrietado. Además de la sensibilidad al agrietado, la productividad en zonas cálidas no es muy abundante, pero en otros tipos de climas las cosechas son muy abundantes. El árbol es vigoroso y tiene un porte erecto. ‘Burlat’ presenta resistencia al hongo *M. laxa*. (Kiproviski et al., 2018)

#### Variedad ‘Pico Colorado’

La variedad ‘Pico Colorado’ es originaria de España, y de maduración muy tardía, alrededor de un mes después de la maduración de ‘Burlat’ madura esta variedad (Figura 8). La cereza tiene un tamaño pequeño, presenta una forma cordiforme, la piel tiene un color rojizo, y la pulpa es de color amarillo crema (Figura 9). Las cerezas son tipo picotas (cuando se recolecta la fruta, a diferencia de la cereza, su pedúnculo se suelta) y se caracterizan por tener buen sabor, y una buena resistencia al agrietado.



**Figura 9.** Drupa de ‘Pico Colorado’.

#### Variedad ‘Pico Negro’

La variedad ‘Pico Negro’ es originaria de España, pero se desconoce su origen varietal. Es una de las picotas que se encuentra dentro del grupo de D.O.P ‘Cerezas del Jerte’. Es autoincompatible y para la polinización se pueden usar variedades como ‘Pico Colorado’, ‘Van’. Esta variedad al igual que la ‘Ambrunés’ y ‘Pico Colorado’ madura muy tarde, y su productividad es media (Figura 8). El árbol tiene un porte erecto y es vigoroso. La forma de esta variedad es cordiforme y presenta un tamaño medio. Esta picota presenta una tonalidad de color rojo oscuro y un sabor muy fuerte, por lo que es reconocida. Además, para los agricultores esta variedad tiene mucho valor debido a su firmeza que resulta de consistencia firme, lo que es bueno para el transporte. Presenta resistencia al agrietado o cracking.

### Variedad ‘Ambrunés’

La variedad ‘Ambrunés’, también es conocida como Ambrunesa, y es originaria de España. Esta variedad es la primera que fue plantada en el Valle del Jerte bajo la denominación de origen protegida como ‘Cereza del Jerte’.

La cereza presenta una forma redondeada y un tamaño mediano, de unos 25 mm, de color granate y pulpa rojiza. Es reconocida por su buen sabor y por ser resistente al agrietado, característica importante en la zona del Jerte. Esta fruta da lugar a una ilusión óptica, parece más grande de lo que es ya que se recoge sin rabo. (Figura 10). ‘Ambrunés’ madura un mes más tarde que la variedad ‘Burlat’, por lo que no es una variedad aconsejable en zonas donde las temperaturas sean muy elevadas. ‘Ambrunés’ es autoincompatible y necesita de otras variedades polinizadoras (‘Celeste’, ‘Lapins’, ‘Sweetheart’) para poder ser fecundada. Lo bueno que presenta ‘Ambrunés’ es que en el momento de la recolección suelta el pedúnculo, tiene muy buena firmeza por lo que durante el transporte de las picotas no desarrolla heridas por posibles golpes, pero no es una variedad muy productiva.



**Figura 10.** Picotas de la variedad ‘Ambrunés’, como se observa en la imagen la piel tiene una coloración granate.

### **2.2.3 Enfermedades y plagas**

#### **a) Enfermedades**

Dentro de todas las enfermedades que afectan al cerezo, las más importantes en el ámbito de producción en la zona del Jerte son las siguientes:

- Antracnosis
- Chancro bacteriano
- Cribado
- Gnomonia
- Podredumbre parda o marrón

#### Antracnosis:

Antracnosis o Cilindrosporiosis, es una enfermedad causada por el hongo *Blumeriella jaapii*. Este hongo ataca a todas las especies del género *Prunus*, aunque presenta debilidad por los cerezos y *Prunus cerasus*, estos sufren más daños por *Blumeriella jaapii*. Hay algunas variedades que resultan ser más sensibles a esta enfermedad, como la variedad Lapins, Van, Burlat, etc.

Durante el ciclo de vida del hongo se observan ascosporas para la reproducción sexual y conidias para la asexual. El inóculo sobrevive en forma saprófita y se encuentra en zonas que anteriormente fueron infectadas por el hongo. Cuando las temperaturas están subiendo las ascosporas se reproducen y dan lugar a las primeras infecciones, lo más común es que estas infecciones se den a la par con la brotación de los cerezos.

Las ascosporas se transportan a través del agua y el viento. La gravedad de las infecciones varía dependiendo de la humedad que haya en el follaje y de la temperatura. Cuando la vegetación permanece mojada durante 20 horas y las temperaturas son próximas a los 17°C el riesgo de infección aumenta. Una vez que se ha producido la primera infección, las infecciones secundarias se suelen dar rápidamente. Dependiendo de la temperatura que haya, los síntomas se visualizan antes o después. Si las temperaturas son favorables para el hongo, entre 16-19°C, lo normal es que se visualicen los síntomas a los 5 días, sin embargo, si son más bajas tardan aproximadamente 12 días en mostrarse los síntomas.

Los principales daños se dan en las hojas y en el pedúnculo del fruto con pequeñas manchas de un color rojizo, conforme va avanzando el ataque del hongo se observa una especie de moquillo, que son unas manchas blancas (se producen en consecuencia de las fructificaciones del hongo). Esta enfermedad provoca la defoliación del cerezo que se ve favorecido por el estrés hídrico (Figura 11). Cuando la defoliación se da de forma anticipada los frutos son más pequeños y no tienen tanto sabor. Los cerezos que se encuentran enfermos tienen menor tasa de fotosíntesis, y en consecuencia su crecimiento se ve reducido. El hecho de que las hojas se caigan antes de tiempo va a causar problemas en la fructificación del año siguiente y hace que los cerezos sean más sensibles a sufrir daños por heladas (Sánchez-Sánchez y García-Becedas, 2007).



**Figura 11.** Árbol defoliado por el hongo *Blumeriella jaapii* (Junta de Extremadura. Ficha técnica sanidad vegetal nº017).

#### Chancro bacteriano:

La enfermedad del chancro bacteriano es causada por la bacteria *Pseudomonas syringae*. Esta bacteria ataca al cerezo y causa graves daños sobre todo hasta la edad de los seis años. Ataca principalmente cuando se le están cayendo las hojas y cuando empieza la primavera. Como en toda enfermedad las condiciones climáticas son claves para su desarrollo, sobre todo la lluvia y las temperaturas bajas.

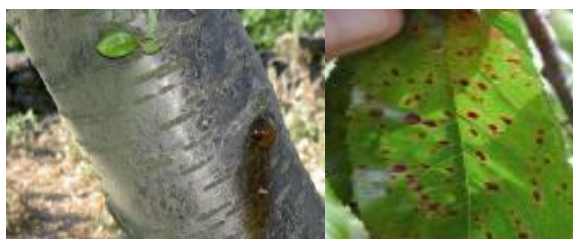
Esta bacteria puede vivir de forma saprófita encima de las hojas y cuando tiene lugar las lluvias otoñales se dispersan y penetra en el interior del árbol. Suele penetrar a través de

heridas naturales o producidas por la poda, o por lenticelas. La principal zona de infección por donde penetra la bacteria suele ser a través de las heridas que se producen por la defoliación.

La propagación de la bacteria en el interior se da debido a infiltraciones hídricas. Cuando tiene lugar alguna helada, parte del agua que se encuentra en el interior de las células sale a rellenar los espacios intercelulares donde se convierte en hielo. Después con el incremento de la temperatura todo ese hielo se funde y el agua se vuelve a reabsorber, y en consecuencia si había alguna célula contaminada las bacterias se propagarían de una célula a otra.

Durante el otoño y el invierno la bacteria crece de forma longitudinal y sobre todo se desarrolla cerca de los ramilletes de mayo. Cuando las temperaturas están subiendo, durante la primavera todos los órganos vegetales que se han visto atacados liberan muchas bacterias, que serán dispersadas a través del agua y del viento. Las bacterias liberadas atacarán nuevas regiones (hojas, flores, frutos, etc).

Dentro de los síntomas del chancro bacteriano los más típicos son la formación de chancros y que los árboles comienzan a exudar resina (Figura 12. A.). La bacteria provoca daños más graves cuando ataca a ramas principales o al tronco. También se pueden observar otros síntomas como brotaciones irregulares, hojas y brotes necrosados, cerezas con manchas marrones, disminución de la tasa fotosintética, etc (Figura 12. B.) (Sánchez-Sánchez y García-Becedas, 2007).



A.

B.

**Figura 12.** A. Exudado de la resina del árbol infectado por la bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. B. Manchas en hoja causadas por *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (Junta de Extremadura. Ficha técnica de sanidad vegetal nº041).

### Cribado:

El cribado es otra enfermedad importante producida por el hongo *Stigmina carpophila*. En las zonas más frías y muy húmedas se observa una mayor incidencia de casos del ataque de este hongo. Suele atacar a árboles del género *Prunus*, ya sean cerezo, guindo, melocotonero, nectarino. Esta enfermedad se observa cuando se hacen laboreos intensos de la tierra, por eso en primavera se apreciaba un aumento de la incidencia de esta enfermedad. Actualmente, la reducción del laboreo ha permitido la reducción del ataque de este hongo (Sánchez-Sánchez y García-Becedas, 2007).

Durante el invierno, el hongo sobrevive en forma de micelio sobre los órganos que han sido previamente afectados o donde haya exudados de goma. Al inicio de la primavera ese micelio desarrolla una serie de conidias que son dispersadas por el viento y además son muy viables y pueden durar unos meses. Las conidias son capaces de crecer tanto por el envés de las hojas como por el haz, tienen preferencia a germinar por el envés.

Las temperaturas óptimas para su desarrollo son varias, con un intervalo muy amplio, que va desde 2-4°C hasta su óptimo de 18-21°C. Cuando los valores de temperatura son muy extremos el hongo se encuentra inactivo.



A.

B.

**Figura 13.** A. Síntomas en hojas causados por el hongo *Stigmina carpophila*. B. Síntomas en brote causados por el hongo *Stigmina carpophila* (Junta de Extremadura. Ficha técnica de sanidad vegetal, nº 019).

Este hongo ataca sobre todo a hojas y frutos, tiene especial interés en las zonas jóvenes. Las hojas afectadas tienen unas manchas de tonalidad rojiza-pardas que suelen estar rodeadas por halos verdes o amarillentos (Figura 13. A.). Todo tejido que ha sido afectado por este hongo acaba necrosándose y finalmente se cae, y causa el cribado del limbo de la hoja. Las infecciones de los brotes provocan manchas pardas que acaban necrosándose, dando lugar a la exudación de goma (Figura 13.B.). El hongo también puede atacar al peciolo de la hoja provocando su defoliación prematura. En los frutos infectados se observan depresiones o frutos malformados que acaban secándose y la calidad de las cerezas disminuye. Toda yema afectada por el hongo muestra una capa brillante de goma, y los brotes infectados acaban exudando gomas. En líneas generales, este hongo debilita mucho a los cerezos y provoca una reducción de su vigor y de la productividad debido a que la producción de fotoasimilados se ve seriamente afectada.

#### Gnomonia:

La enfermedad Gnomonia es causada por el hongo ascomiceto *Apiognomonia erythrostoma*, este suele crecer en la piel de las hojas y en los frutos. Aquellas variedades que maduran precozmente suelen ser más sensibles a esta enfermedad, ya que las infecciones suceden antes de brotar. El hongo inverna en las superficies previamente atacadas; por ejemplo pueden encontrarse en las hojas que se cayeron al suelo anteriormente. En la primavera siguiente se desarrollan las esporas y estas van a ser dispersadas a través del viento y de la lluvia. Cuando ya se encuentran depositadas sobre algún órgano vegetativo como el fruto, van a germinar y a empezar a infectar al cerezo. Al principio no se sabe que el árbol está enfermo ya que los síntomas tardan entre 4-8 semanas en hacerse visibles (Sánchez-Sánchez y García-Becedas, 2007).

Aquellas hojas que están siendo afectadas por el ataque del hongo se ve que tiene grandes manchas verdes claro y circulares durante la primavera y una tonalidad rojiza en verano (Figura 14. A.). Las hojas caen antes de tiempo y en consecuencia el árbol no genera tantos fotoasimilados y está más debilitado debido a la reducción de la tasa fotosintética. Uno de los problemas que ocasiona esta enfermedad es que las cerezas afectadas acaban rajándose y a través de esas heridas pueden entrar otros patógenos,

además de la pérdida de calidad de las cerezas (Figura 14. B.) (Sánchez-Sánchez y García-Becedas, 2007).

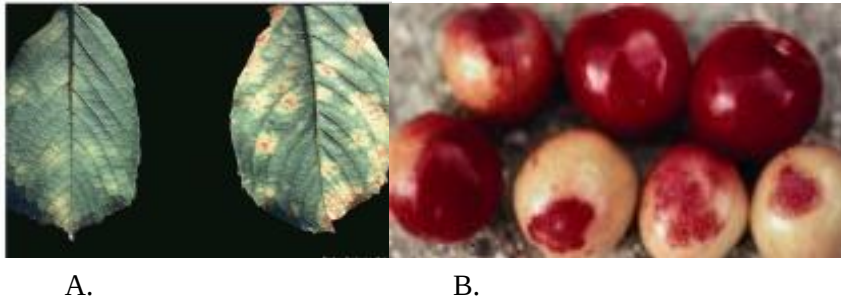


**Figura 14.** A. Síntomas en hojas causados por el hongo *Apiognomonia erythrostoma*. B. Daños producidos por *Apiognomonia erythrostoma* en las cerezas en distintas fases de madurez (Junta de Extremadura. Fichas técnicas de sanidad vegetal. Ficha nº 010).

#### Podredumbre parda:

La enfermedad de la podredumbre parda en España es producida por los hongos *Monilinia laxa* y, *Monilinia fructigena*. *M. fructicola* causa esta misma enfermedad en Australia, Sudáfrica, Japón, etc (Gell, 2007). Esta enfermedad también es conocida como momificado. La diferencia entre una especie de hongo y otra es el órgano vegetativo al que atacan. *M. laxa* ataca a flores y frutos mientras que *M. fructigena* afecta únicamente a frutos. Las variedades Van, Early Van Compact, Summit y Lapins son más sensibles al ataque de este hongo (Sánchez-Sánchez y García-Becedas, 2007).

El hongo sobrevive durante el invierno encima de los frutos o flores momificadas. Durante la primavera, se produce la podredumbre de la flor, debido a que las esporas del hongo alcanzan el interior del pistilo y en consecuencia el interior del ovario, y provocandola pérdida de una posible cosecha (Figura 15. A.). Más tarde, se puede observar la necrosis en otros tejidos, próximos a los ramilletes de mayo, y de ahí a lo que queda de rama. Una vez que las flores han sido afectadas por el hongo, las conidias infectan también el fruto (Figura 15. B.).

Los síntomas asociados a esta enfermedad son el ennegrecimiento de las flores y de los ramilletes de mayo, además de su secado. Casi todas las zonas que están afectadas muestran resina y los frutos afectados están momificados.



**Figura 15.** Podredumbre parda en cerezas, afectadas por el hongo *Monilinia fructigena*. A. Daños en la cereza B. Flores que han sufrido del ataque del hongo *Monilinia laxa* (Junta de Extremadura. Ficha técnica de sanidad vegetal, nº 009).

#### b) Plagas

A parte de las enfermedades, los cerezos son vulnerables a los ataques de determinadas plagas. Las plagas por las que los cerezos suelen sufrir más pérdidas son las siguientes:

- Barrenillo, *Scolytus rugulosus* y *S.amygdali*.
- Pulgón negro, *Myzus cerasi*.
- Mosca de la cereza, *Rhagoletis cerasi*.
- Oruga cigarrera, *Archips crataegana*.

#### Barrenillo:

*Scolytus rugulosus* es un coleóptero de la familia Scolytidae. El cuerpo de este coleóptero mide 2,5 mm de longitud aproximadamente, y es cilíndrico de color negro oscuro. (Figura 16. A.). Entre el macho y la hembra no hay dimorfismo sexual como pasa con otras plagas. Las larvas tienen una tonalidad blanquecina y son pequeñas, además de ápodas. El barrenillo presenta dos generaciones por año. Inverna en estado larvario debajo de las cortezas del cerezo para protegerse del frío y poder sobrevivir. Más adelante cuando las temperaturas han aumentado en torno a mayo y julio los adultos comienzan a emerger. Una vez que ha tenido lugar el cortejo y el apareamiento entre ellos, las hembras comienzan a realizar galerías bajo las cortezas, donde coloca los huevos. Después de que estos hayan eclosionado, las larvas (que aguantan unos 40 días) comienzan a excavar nuevas galerías.



A.

B.

**Figura 16.** A. *Scolytus rugulosus* en estado adulto. B. Galerías producidas por *Scolytus rugulosus* (Giralda Arias, Antonio. Ficha técnica de sanidad vegetal nº052).

Los síntomas de esta plaga varían dependiendo de los ataques al cerezo. En el cerezo se pueden observar una serie de agujeros que causan los coleópteros al alimentarse del cerezo y se observan otros agujeros de las galerías que se producen para colocar los huevos (Figura 16.B.). Además a través de estos orificios se aprecian secreciones de goma y todo esto causa la sequedad de los ramilletes y de las ramas del árbol debilitándolo (Sánchez-Sánchez y García-Becedas, 2007).

#### Pulgón negro:

*Myzus cerasi* es comunmente llamado pulgón negro o pulgón del cerezo. Es un insecto de la familia Aphididae. Presenta un cuerpo globoso de tamaño pequeño con una coloración marrón oscura (Figura 17. A.). Puede haber pulgones que presenten alas en cuyo caso son grandes o pulgones ápteros. El aparato bucal de este insecto es picador-suctor y tiene dos ojos compuestos. Lo que caracteriza a los pulgones es la presencia de sifones que se encuentra en la parte terminal del abdomen, y es a través de estos por donde expulsan la maleza.



**Figura 17.** A. Pulgón negro en fase adulta B. Colonias de pulgones negro C. Cerezo afectado por el pulgón negro. Se muestra como las hormigas están presentes en presencia de pulgones para defenderlos (Mérida Mérida, Raúl, Ficha técnica sanidad vegetal nº038).

El pulgón inverna en estado de huevo. Entre febreo y marzo los huevos comienzan a eclosionar y se obtiene la hembra fundadora que va a dar lugar a varias generaciones partenogenéticas de hembras vivíparas aladas y ápteras. Generalmente se suelen dar dos generaciones al año, aunque a veces hay más de dos generaciones al año. Aquellos pulgones que posean alas, durante el mes de junio van a ir colonizando otras plantas para completar el ciclo e ir dispersándose. Durante el otoño las hembras fundatrígenas producen hembras ovíparas ápteras y machos alados gracias a la reproducción por partenogénesis (Figura 17. B.). Después estos se reproducen y la hembra hace la puesta (Sánchez-Sánchez y García-Becedas, 2007).

Debido al aparato picador-suctor que poseen los pulgones se aprecian síntomas de decoloración de las hojas, pérdida de clorofila, las picaduras provocan la deformación y el enrollamiento de las hojas, además del de los brotes. Otro síntoma que se observa es la abundancia de maleza, estos son los restos de los carbohidratos. Las hormigas se ven atraídas por esta sustancia (maleza) y se alimentan de ella y en compensación defienden a los pulgones de sus depredadores (Figura 17.C.). Además de los síntomas mencionados, los pulgones son transmisores de virus.

#### Mosca de la cereza:

*Rhagoletis cerasies* un díptero que pertenece a la familia Trypetidae. Esta plaga se encuentra bastante extendida por España. Los adultos son pequeños (3-5 mm), de coloración negra y con el tórax amarillo. Las alas de esta mosca presentan cuatro manchas negras. La tercera mancha se une con la cuarta y da lugar a una forma de V (Figura 18. A.). Las hembras presentan un ovíscapto que se ve fácilmente (Figura 18. B.). Las larvas carecen de piernas y son de color blanco (Sánchez-Sánchez y García-Becedas, 2007).

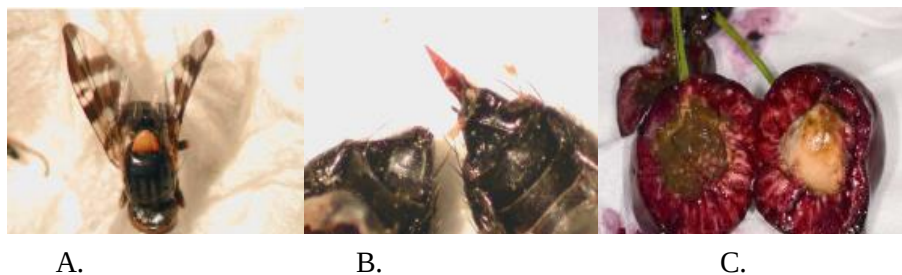


**Figura 18.** A. Adulto de la mosca de cereza. B. En la parte derecha de la imagen se observa el ovíscapto de la hembra, y en la parte de la izquierda se aprecia al macho. C. Drupa afectada por el ataque de la mosca de la cereza, mientras se alimentaba del interior de la pulpa (Junta de Extremadura. Ficha técnica sanidad vegetal nº051).

La mosca se aprecia más cuando las temperaturas son más altas y cuando hay más horas de luz. Cuando hace frío el vuelo de la mosca se ve más relantizado, pero aún así suele haber moscas en esos periodos. Solamente tiene una generación por año y los adultos emergen de forma continuada comenzando a finales de abril hasta julio. La hembra es la responsable de poner los huevos. Suele poner entre 50 y 80 huevos que a los 10 días suelen eclosionar. Una vez que la larva ya está desarrollada, sale del fruto y durante el invierno está en fase de pupa. Más tarde, en la primavera, los adultos emergen.

La puesta del huevo tiene lugar debajo de la epidermis del fruto y luego, cuando eclosiona la larva, va a tener el alimento en el interior del fruto. Las cerezas rápidamente se deterioran debido al ataque de la mosca (Figura 18.C.).

#### Oruga cigarrera:

*Archips crataegana* es un lepidóptero de la familia Tortricidae. Esta oruga ataca a diferentes frutales (manzano, peral, cerezo, ciruelo, etc). También a otro tipo de árboles. La hembra pone 50 huevos aproximadamente. La larva pasa por tres estadios diferentes y acaba teniendo una coloración verdosa, aunque también puede ser de color morada o amarillenta. Esta plaga presenta dimorfismo sexual: los machos son más pequeños, entre 1,7 – 1,9 cm, mientras que las hembras tienen un tamaño de 1,9 – 2 cm. La cabeza y el torax es de color pardo y el abdomen grisáceo; las alas son de color marrón claro y presentan tres manchas oblicuas. La pupa de esta mariposa es de color marrón oscuro.

La mariposa inverna en estado de huevo encima de la corteza del tronco, no suele tardar en eclosionar. El estado larvario se da entre marzo y mayo y suele durar unas 8 semanas; la fase puparia se da a finales de abril y mediados de mayo y su duración es más corta de unas 4 semanas. Finalmente los adultos realizan el vuelo entre primeros de mayo y mediados-finales de julio. El vuelo suele durar unas 13 semanas para colonizar otras plantas (Sánchez-Sánchez y García-Becedas, 2007).

Esta plaga comienza a atacar desde que esta en fase larvaria. Ataca a yemas, flores y frutos. Primero se observa que la oruga suele atacar a las yemas y flores. Además de esto suelen roer los frutos que se ubican cerca de hojas que han sido previamente afectadas (Figura 19. B.). La larva enrolla las hojas que han sido agrupadas con hilos de seda, y por eso esta plaga es conocida como oruga del cigarro porque al enrollar las hojas con los hilos de seda, se quedan con esa forma y un poco roídas (Figura 19. A.).



A.

B.

**Figura 19.** A. Enrollado de las hojas por ataque de la oruga cigarrera B. Roído de los frutos (Junta de Extremadura. Ficha técnica sanidad vegetal nº 061).

## 2.3 El hongo *Monilinia* spp.

### 2.3.1 Importancia del hongo *Monilinia* spp., distribución geográfica, formas de dispersión

Este patógeno causa la enfermedad de la moniliosis o podredumbre parda y pertenece al grupo de los hongos necróticos, familia *Sclerotiniaceae*, reino *Fungi*, orden *Helotiales*, clase *Leotiomycete*, filo *Ascomycota*, subfilo *Pezizomycotina*. (Ericsson, 2006). La podredumbre parda está causada por las especies patogénicas *Monilinia laxa* y *M. fructigena* (Penrose et al., 1979; 1985; Elmer y Gaunt, 1993; Hong et al., 1997; Ahmadi et al., 1999; Larena et al., 2005).



**Figura 20.** Cerezas afectadas por monilia.

Hay seis especies del género *Monilinia* destacables, y cada una de ellas se distribuye geográficamente en distintas zonas. *M. laxa* y *M. fructicola* se encuentran dispersas por los seis continentes, concentrándose sobre todo en América, Europa y Oceanía. *M. fructigena* se encuentra distribuida por Europa y países asiáticos, aunque su presencia también se ha reportado en África (Marruecos y Egipto). En Europa se encuentra en la República Checa, Italia, Francia, Suiza y España. *M. fructigena* es un patógeno de cuarentena en Canadá, EE. UU, Australia y Nueva Zelanda. Debido a que este hongo se encuentra por muchas regiones europeas la UE tiene muchas medidas protectoras para evitar la entrada y dispersión del hongo. *M. polystroma* se ha detectado en Serbia, Japón, Hungría, China, Croacia y Eslovenia. *M. mumecola* en Japón y China. *M. yunnanensis* solo se ha encontrado en China (Figura 21) (Obi Vitus et al., 2018).

En el año 2006 el hongo *M. fructicola* se detectó en el Valle del Ebro en Lérida, (Cataluña), pero esta especie se ha dispersado y desplazado a *M. laxa*. Ahora, en España se pueden encontrar ambas especies en el campo. Esta especie se encuentra dentro de la lista A2 de organismos en cuarentena. (La lista consiste en organismos que se encuentran dentro de la región EPPO (European and Mediterranean Plant Protection) y están bajo control) (EPPO,2005; Larena et al., 2005).

El desplazamiento de *M. laxa* por la especie *M. fructicola* en España se debe a la capacidad de intercambio sexual y a la habilidad de producir ascosporas a través de los frutos momificados. *M. laxa* se caracteriza por la ausencia de producción de apotecios, mientras que *M. fructicola* sí que tiene la habilidad de producirlos, gracias a eso las ascosporas se pueden dispersar fácilmente en primavera y así infectar durante el desarrollo del fruto (Obi et al., 2018).



**Figura 21.** Mapa de distribución mundial de las especies *Monilinia* spp. Fuente: <https://www.cabi.org/isc/>

El hongo infecta al cerezo lo hace por distintos medios. Las ramas que estén infectadas serán capaces de dispersar el hongo a los distintos huéspedes.

El cerezo es más susceptible de enfermar por el ataque del hongo cuando hay fuertes oscilaciones de temperaturas, que coincide con que las cerezas están creciendo o madurando y en consecuencia cambiando de color. Con alta humedad y en periodo de sensibilidad extrema del fruto, el hongo infecta más fácilmente al huésped.

Una parcela que se encuentra infectada por el hongo al final de una campaña va a ser una fuente de contaminación. El viento, el agua y los insectos son capaces de dispersar las conidias hasta los frutos jóvenes. Con alta humedad se producen los esporodocios (estructuras de reproducción asexual) encima de las momias de los frutos. Posteriormente, las conidias producidas en los nuevos frutos infectados sirven para la dispersión del hongo.

En general, las temperaturas templadas son las óptimas para que tenga lugar la reproducción del hongo y, por tanto, su dispersión. Las temperaturas óptimas rondan los 15 y 25°C, pero para que tenga lugar la infección, el rango de temperatura es más amplio, entre 5 y 30°C. Si las temperaturas aumentan más de 27-28°C o son más bajas que 13°C, el crecimiento del hongo se ralentiza. La germinación de las conidias tiene lugar entre 5 y 25°C y el desarrollo del micelio entre -4 y 25°C. Además, el hongo es sensible a las heladas y temperaturas bajas. En concreto, cuando las temperaturas son menores de 5°C el desarrollo del patógeno se detiene (Gell, 2007).

Las pérdidas económicas causadas por la enfermedad pueden variar entre un 30-90% dependiendo de las condiciones climáticas (Penrose et al., 1979; 1985; Elmer y Gaunt, 1993; Hong et al., 1997; Ahmadi et al., 1999; Larena et al., 2005). En España, este hongo tiene especial incidencia en la provincia de Gipuzkoa, y cada vez tiene más importancia en la zona del Jerte. El hongo ataca a las ramas, las flores y los frutos generando numerosas pérdidas de la cosecha.

Cuando se dan las condiciones climáticas necesarias para la presencia del hongo causa graves daños. En el año 2020 en España debido a las bajas temperaturas y a la alta humedad los cerezos enfermaron por infección de *Monilinia laxa* afectando a más del

10% de la superficie de los cerezos existente. Se perdieron aproximadamente 4 millones de kilos de fruta.<sup>11</sup>

### 2.3.2 Descripción del patógeno y su ciclo de vida

Respecto a la reproducción, el hongo se reproduce de forma asexual y sexual. El anamorfo, estado reproductivo asexual, se da sobre tejido que ha sido infectado, en el cual se forman las conidias en cadenas cortas ramificadas, sobre un cuerpo fructífero conocido como esporodoquios.

Las conidias son hialinas y haploides, y tienen distintas formas: elipsoidales, ovoides o alimonadas. La duración media de germinación es de cinco horas aproximadamente (Gell, 2007).

Una vez que ha tenido lugar la reproducción asexual, el hongo tiene un intercambio genético gracias a la reproducción sexual. Esta reproducción permite la penetración del hongo de forma masiva en los tejidos vegetales del huésped, sobre todo de los frutos, causando su momificación o pudrición a través de las hifas obtenidas en la reproducción asexual del hongo.

Por otra parte, el teleomorfo es el estado reproductivo sexual. Los micelios haploides producen hifas sexuales cenocíticas multinucleadas que funcionarán como gametangios, arquegonio y anteridio. Cada especie puede ser homotática o heterotática, dependiendo de si tiene o no la posibilidad de autofecundarse. El anteridio se prolonga (tricógina) hasta el arquegonio, produciéndose así la plasmogamia, con la que los núcleos van a comenzar a migrar desde el anteridio hasta el arquegonio (Figura 22). A su vez, el arquegonio produce un micelio dicariótico, donde cada célula tendrá núcleos que provienen de cada uno de los progenitores. Esas hifas se van a organizar formando el ascocarpo o cuerpo fructífero (Olmos, 2020). Además, el arquegonio sigue creciendo y, a medida que la humedad aumenta, las ascas del apotecio acumulan cada vez más agua, hasta que las ascosporas se liberan y dan lugar a nuevos ciclos primarios de infección.

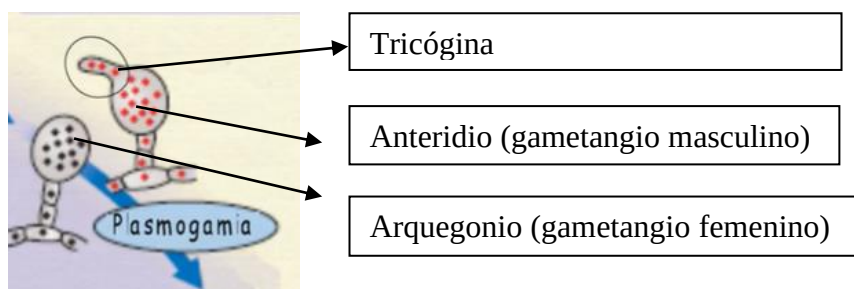


**Figura 22.** Descripción del proceso de plasmogamia. En el anteridio se desarrolla una tricógina, que se extiende hasta el arquegonio, donde se produce la plasmogamia. Olmos. (20 de mayo de 2020) Ciclo de vida de ascomicetes [Archivo de video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=n-r32Op4hm0&t=5s>. Consultado: 23 de septiembre de 2021

En la superficie del ascocarpo se desarrollarán las ascas. Estas provocarán una nueva infección si germinan en un huésped que sea susceptible al ataque, que es donde se producirá la cariogamia, terminando así la fase dicariótica. Como resultado de la

<sup>11</sup> Monilia amenaza cerezas españolas. Consultado: 9 de septiembre de 2021. <https://www.redagricola.com/cl/monilia-amenaza-cerezas-espanolas/>

cariogamia se forma un cigoto diploide, que tras la meiosis da origen a cuatro núcleos haploides, y tras la mitosis se obtendrán ocho núcleos haploides, cada uno de los cuales dará lugar a una ascospora. Cuando estén maduras serán liberadas y germinarán, dando lugar a nuevos micelios haploides. De esta manera, finaliza la fase de germinación sexual (Olmos, 2020).

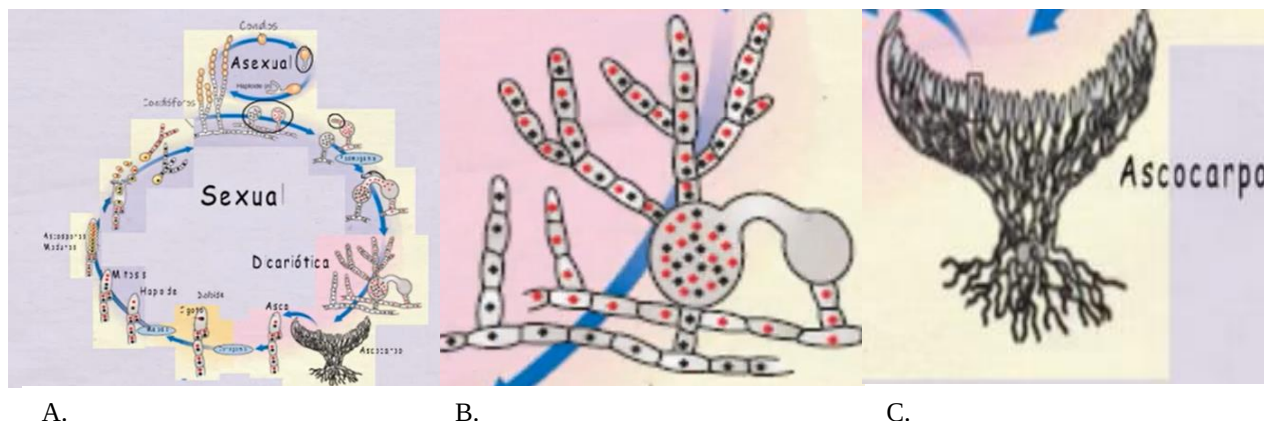


**Figura 23.** A. Fase de reproducción asexual y sexual. B. Micelio dicariótico (los núcleos del anteridio y del arquegonio están mezclados) C. Ascocarpo o cuerpo fructífero. Olmos. (20 de mayo de 2020). Ciclo de vida de ascomicetes [Archivo de video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=n-r32Op4hm0&t=5s> Consultado: 23 de septiembre de 2021

Este hongo es capaz de resistir el frío, ya que inverna desarrollando las estructuras conocidas como las conidias o el micelio (haploide) en los inóculos primarios. La hibernación la realiza sobre brotes, ramas infectadas y sobre frutos momificados que se hallen tanto en los cerezos como en el suelo (Ogawa et al., 1995; De Cal y Melgarejo, 2000). Cuando se dan las condiciones climáticas adecuadas atacan al árbol, empezando por producir conidias en las flores durante la primavera. El hongo se va desarrollando en el interior de las células y va atacando al huésped progresivamente. La parte del fruto es bastante vulnerable a los ataques del hongo, sobre todo cuando la cereza está madurando y finalmente torna a un color marrón pardo, aunque también afecta a las hojas o cortezas.

Este hongo no es capaz de desarrollar apresorios para penetrar en los frutos del huésped. Las heridas, los estomas y las lenticelas son los sitios por donde el patógeno puede penetrar. En general, suele hacer falta agua en las zonas por donde el hongo va a penetrar. No obstante, ocasionalmente las conidias infectan al fruto a través de heridas o microfisuras y, si las temperaturas son adecuadas, no hace falta que haya agua para que estas vayan a germinar; esto se debe a la humedad que se encuentra en el ambiente (Byrde, 1952; Sarasola y Roca, 1975; Agrios, 1988; Xu et al., 2001).

Después de una semana tiene lugar la dispersión secundaria gracias a la producción de otras conidias (Nguyen-The et al., 1989; Schlagbauer y Holz, 1989; Den Breeyen, 1993). Una vez que un fruto ha sido infectado por el hongo *Monilinia spp* se suele pudrir y finalmente acaba cayendo al suelo, aunque también puede permanecer en el árbol y acabar como cerezas secas y momificadas. Después de ser momificadas, suelen caerse al suelo, y el hongo puede sobrevivir unos dos años (Gell Silvente, Iray, 2007).

Se observa que los frutos, las flores y los brotes que han resultado infectados forman las fuentes del inóculo secundario. En caso de que las condiciones climáticas sean adversas para el patógeno, éste sobrevive en estado de latencia pudiendo infectar a las flores cuando las condiciones le permitan estar activo.

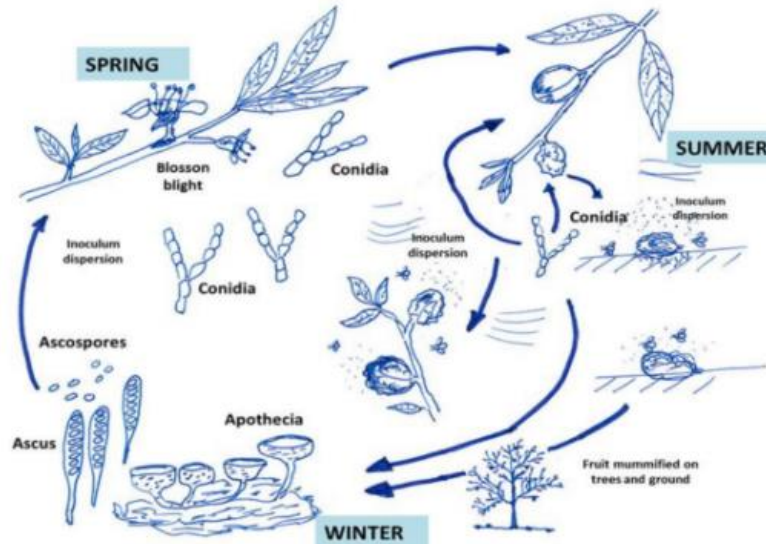


**Figura 24.** Ciclo de vida de *Monilinia* spp. (Obi et al., 2018).

Cuando llega el invierno y las condiciones climáticas son desfavorables el hongo entra en estado de latencia. Es capaz de sobrevivir a esta estación gracias a las conidias que se encuentran en los frutos momificados, flores, ramas infectadas y a los apotecios que crecen en el suelo. Además, estos también van a constituir la fuente de inóculo primario para que cuando las temperaturas aumentan, en la próxima primavera infecten y causen la podredumbre del fruto, las ramas y las flores.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la infección de este hongo se produce habitualmente a través de heridas que puede haber en los frutos. Cuanto más antigua es la herida, más resistente resulta al ataque del hongo, y a medida que el fruto madura es más vulnerable a la enfermedad. De normal, la infección se produce a través de heridas, aunque a veces los frutos pueden infectarse por contacto próximo en los árboles o en los frutos cosechados, cuando se están almacenando.

De hecho, muchas veces se observa que cuando se cosechan las cerezas se encuentran en perfecto estado, y cuando quedan almacenadas se aprecia el inicio de la pudrición del fruto, lo que hace que esa cosecha ya no sea viable para la venta.

Hay otros factores que influyen en la germinación de las esporas y, por tanto, en la infección de los frutos, como son la presión atmosférica, la luz, la circulación del aire y la fertilidad del suelo, si no hay lluvias durante mucho tiempo o falta agua la esporulación se detiene.

En lugares donde en verano dan humedades relativas y temperaturas altas, coincidentes con la maduración del fruto (cuando es más sensible al ataque del hongo), la infección se incrementa debido a la existencia de malas hierbas, ya que bloquean la corriente de aire en el interior de los huertos (Ogawa et al., 1995).

### 2.3.3 Huéspedes del hongo *Monilinia* spp. y síntomas:

El ataque del hongo *Monilinia* spp. es muy importante en los frutales, sobre todo en los de hueso como son el melocotón (*Prunus persica* L. [Batsch.]), la ciruela (*Prunus domestica* L.), el cerezo (*Prunus avium* L.), el albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.), y nectarino (*Prunus persica* var. *Nucipersica* (L.) Batsch). También puede afectar a otros frutales, que son susceptibles a su ataque como es el caso del manzano (*Malus pumilla* Mill.), peral (*Pyrus communis* L.) o la mora (*Rubus glaucus* Benth.) (De Cal y Melgarejo, 2000; Hernández-Crespo, 2006).

La enfermedad causada por *Monilinia* spp. produce numerosas pérdidas en el melocotón (*Prunus persica* L.) y en los cerezos (*Prunus avium* L.).

Esta enfermedad es común que se observe en los frutales, ya que el hongo está latente en las flores o frutos momificados. El hongo monilia causa el ennegrecimiento de los frutos, y la desecación de los brotes y las hojas de los frutales. También puede provocar daños en las flores, ya que, durante la primavera es el periodo de floración de la mayoría de los frutales. El hongo puede introducirse a través de heridas de poda en el árbol y finalmente causar la pudrición del fruto (Gell., 2007).

*M. laxa* es la especie que afecta a los cerezos, albaricoqueros y almendros (*Prunus dulcis* [Mill.]). Cada hongo tiene predilección por atacar a distintas partes del árbol: *M. laxa* ataca a las flores y a las ramas, mientras que la especie *M. fructigena* suele atacar al fruto causando su pudrición. La especie, *M. fructicola*, se caracteriza por atacar, tanto a las flores, como a los frutos y ramillas.



**Figura 25.** Daños del ataque de monilia en frutos de cerezo.

Cuando se está produciendo la floración, durante el proceso de abertura, el cerezo es más sensible al ataque del hongo. La gravedad del ataque a las flores depende de la abundancia del inóculo primario.

En cuanto a los síntomas en el fruto de los cerezos infectados por este hongo se puede observar una serie de manchas blandas de un color amarronado y sobre las cuales hay masas de color blanco sucio, que son las fructificaciones del hongo (Figura 25). Finalmente, el fruto se acaba pudriendo, momificando y cayendo al suelo. Las hojas y los brotes del cerezo se acaban secando, y después los frutos se ennegrecen y el patógeno puede sobrevivir al frío del invierno.

El síntoma más común de esta enfermedad es la podredumbre marrón de los frutos, que se suele desarrollar cuando éstos están madurando. La lesión comienza con un punto pequeño de color marrón que se extiende progresivamente y acaba por cubrir todo el fruto. Si hay humedad mientras se pudre el fruto, también se aprecia los conidios de



color marrón grisáceo. El fruto queda arrugado y por eso se dice fruto momificado. Este puede caer al suelo o mantenerse en el árbol.

### 2.3.4 Métodos de control

Existen métodos culturales, químicos, y biológicos.

Hay que evitar usar productos químicos para controlar la enfermedad o si no alternarlos con otros métodos de control. En estos últimos años se está viendo una tendencia de control integrado (control químico + control biológico + control cultural)

#### Métodos culturales:

Para evitar la aparición de esta enfermedad se recomienda realizar podas adecuadas, además de eliminar las ramas que tengan chancros y tener cuidado con las heridas que se producen en el árbol. Todos los frutos que están momificados deben recogerse, tanto los que se hayan caído al suelo como los que siguen en el árbol, porque constituyen un reservorio del hongo, que serviría para infectar las flores en primavera y que a su vez podrían infectar otras partes del árbol. Además, se debe tener cuidado en el momento de la recolección para no provocar heridas en las cerezas que favorezcan la penetración del hongo.

Es importante que una vez que se han cosechado las cerezas se guarden en la sombra, para evitar posibles manchas de sol. Una vez que ya están en el almacén, es muy importante controlar la temperatura y la humedad para que no se den las condiciones adecuadas para la infección por el hongo. Otra opción para evitar la enfermedad consiste en reducir las dosis de abono de nitrógeno durante el crecimiento del cerezo y aumentar las dosis de fósforo y potasio (Agrios, 1995).

#### Métodos químicos:

Cuando el árbol está en floración se aplican fungicidas, sobre todo cuando los estambres están emergiendo, o se están cayendo los pétalos. Se aplican fungicidas para controlar el desarrollo del hongo e impedir que ataque al resto de órganos del cerezo. Los fungicidas se aplican primero en los racimos de flores, ya que son los primeros órganos en sufrir el ataque del hongo, y si se consigue eliminar el inóculo de los racimos florales no se extiende la enfermedad a otros órganos a través de las conidias. Cuando se ha recolectado la fruta si las condiciones de humedad son favorables al desarrollo del hongo se aplica un fungicida post-cosecha para evitar pérdidas de la fruta recolectada.

Hay varios fungicidas que se aplican, entre los que destacan ciproconazol, hexoconazol, propiconazol, además de los benzimidazoles y dicarboximidas. Estos además de aplicarlos una vez se ha recogido la cosecha se pueden usar durante el desarrollo del cultivo. Es importante no usar de forma repetitiva el mismo producto fitosanitario e intercalarlos con aquellos que tengan distintos modos de acción para evitar el desarrollo de resistencias en el hongo frente al fungicida usado, además de aplicar exclusivamente la dosis necesaria.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Monilia en frutales de hueso. Obtenido de <https://www.syngenta.es>. Consultado: 10 de abril de 2021



Los fungicidas que contienen ciproconazol o hexoconazol junto con los de tipo sistémico, (se absorben a través del follaje y de la raíz, se movilizan por toda la planta) se suelen mezclar con otro tipo de fungicidas que actúan de distinta forma, así se evita la aparición de resistencias, por ejemplo, se suele aplicar una mezcla del fungicida Carbendazim + Captan. De los productos fitosanitarios que se pueden usar para combatir este patógeno los que son más susceptibles a favorecer el desarrollo de resistencia son los bencimidazoles y dicarboximidas, y también los triazoles. Se recomienda hacer aplicaciones en otoño-invierno y para disminuir la cantidad de inóculo.

La aplicación de la dosis del fungicida debe seguir las recomendaciones del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Pesca y cumplir con los plazos de seguridad para evitar la presencia de residuos en la fruta cosechada. Algunos de los productos fitosanitarios que está permitido usar a partir de 2018 se recogen en la Tabla 3:

| Formulado                                          | Dosis                                     |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Sulfuro 80% + Cyproconazole 0,8%                   | 0,1-0,2% pulverización                    |
| Cyproconazole 10% (WG) W/W                         | 0,01-0,02%                                |
| Cyprodinil 37,5% + fluodioxonil 25% (ESP) (WG) W/W | 0,8 kg/ha; 1 aplicación 0,2-0,25%         |
| Iprodione 75% (WG) W/W                             | 0,1% al máximo de dos aplicaciones        |
| Mancozeb 75% (WG) W/W & 80%                        | 0,2% de un máximo de 4 aplicaciones       |
| Oxido cuproso 40% W/W                              | 0,65% de un máximo de 3,75 kg/ ha por año |

**Tabla 3.** Productos fitosanitarios para combatir al hongo *Monilinia* spp. Fuente: MAPAMA, 2020

El uso directo de los pesticidas en post cosecha en Italia fue prohibido desde 2001. El uso intensivo de productos químicos puede dar lugar a serios problemas. En los últimos años se ha descubierto que algunas especies del género *Monilinia* spp. son resistentes a los fungicidas que más se han usado, por lo que este método se demuestra que será ineficiente si se sigue usando de la misma forma (Miessner and Stammler, 2010; Amiri et al., 2009; Amiri et al., 2010; Luo and Schnabel, 2008; Luo et al., 2008; Holb and Schnabel, 2007; Yoshimura et al., 2004).

### Métodos de control biológico:

Debido al control por parte de la UE del uso de los productos químicos, se ha potenciado la investigación de nuevas técnicas de control alternativas a los fungicidas, como el control biológico.

Algunas bacterias son capaces de controlar el crecimiento del hongo, además de impedir que provoque daños en el cerezo y en otros huéspedes y se usan como alternativa a fungicidas sintéticos. Una de las bacterias que destaca por su habilidad para controlar el desarrollo es *Bacillus subtilis*, tanto en la zona de las raíces como de las hojas. Esta



bacteria actúa como un simbiote ya que se encarga de producir biopelículas (conjunto de bacterias que crecen en abundancia y se adhieren a superficies) por encima de toda la superficie, impidiendo la entrada del hongo. Esta bacteria también activa mecanismos de defensa en las plantas, a través de cambios estructurales en los cerezos, como engrosamiento de la pared celular, depósitos de calosa, lignificación de los tejidos, síntesis de fitoalexinas porque tiene unos sensores (receptores PRRs y NB-LRRs) que le permite reconocer al hongo. Los efectores del hongo pueden ser reconocidos por los receptores de la planta en cuyo caso desencadenarían una serie de respuestas a través de la ruta del jasmonico, del etileno o la ruta del ácido salicílico (Schwessinger, 2008).

La cepa CPA – 8 *B.subtilis*, aplicada en suelo, permite la fijación de nitrógeno, la solubilización del fósforo, la producción de sideróforos (ayuda a la acumulación del hierro) y fitohormonas, y esto va a favorecer el crecimiento de las plantas. Los sideróforos son metabolitos secundarios de bajo peso molecular que además de secuestrar hierro, también almacenan cobre y zinc en suelos donde apenas hay nutrientes y que son vitales para que haya un buen crecimiento microbiano.

El IRTA (Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias de Cataluña) ha ensayado dos productos biológicos muy efectivos: Han descrito dos cepas *Bacillus amyloliquefaciens* y *Penicillium frequentans*. *B. amyloliquefaciens* CPA-8 es un antagonista eficaz contra la enfermedad podredumbre parda causada por el hongo *Monilinia* spp., ya que tiene la habilidad de producir una serie de metabolitos contra los hongos (Yáñez-Mendizábal et al., 2011). Además, esta bacteria es resistente a condiciones ambientales extremas gracias a la producción de esporas. El otro microorganismo antagonista a la enfermedad, y al hongo *Monilinia* spp., es la cepa 909 de *P. frequentans*.

Se realizaron ensayos en campo en 2014 y 2015 para evaluar el potencial de acción de estos productos. Este estudio demostró que si se aplican dosis más altas de CPA-8 hay un mayor control sobre el patógeno y que la combinación de *P. frequentans* con *B. amyloliquefaciens* no aumenta la efectividad del producto biológico contra la enfermedad podredumbre parda (Gotor-Vila et al., 2017).

Otro ejemplo del uso de agentes de control biológicos es EPS125, una bacteria gran negativa, *Pantoea agglomerans*, que es efectiva en tratamientos preventivos. Esta bacteria tiene una gran habilidad para colonizar muy rápido, además es capaz de sobrevivir en las heridas. El principal mecanismo de acción es célula a célula en ausencia de efectos toxicológicos (Obi et al., 2018).

| Bacteria                          | Tratamiento  | Formulación | Referencias            |
|-----------------------------------|--------------|-------------|------------------------|
| <i>Bacillus subtilis</i>          | Post-cosecha | CPA-8       | Obi et al., 2018       |
| <i>Pantoea agglomerans</i>        | Postcosecha  | EPS125      | Bonaterre et al., 2003 |
| <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> | Precosecha   | CPA-8       | Vila et al., 2017      |

**Tabla 4.** Agentes de control biológico para combatir *Monilinia* spp.



Por último, existe también un producto comercial de control biológico, Noli, que resulta muy efectivo y consigue atacar a los hongos *Monilinia* spp. y *Botrytis cinerea*. Se alimenta de los mismos nutrientes (azúcares) que los patógenos, creando competencias por los recursos, pero los hongos se desarrollan en menor cantidad. Al ser un nuevo producto está creando competencia en el mercado. El control biológico es una buena estrategia complementaria al control químico (Pieter, 2021).

### 2.3.5 Genética de la resistencia frente a la podredumbre parda

No se ha realizado ningún estudio en cerezo sobre la base genética de la resistencia a podredumbre parda. En el melocotón, donde se ha descubierto que la resistencia al hongo *Monilinia laxa* es de carácter cuantitativo, o se ha encontrado ningún gen cualitativo relacionado con la resistencia a la enfermedad (Pacheco et al., 2014). Por ello se puede asumir que en cerezo debe ser también de naturaleza poligénica.

La resistencia a la enfermedad podredumbre parda también parece estar influida por el grado de agrietado del fruto. Aquellas variedades de cerezo que no sean menos sensibles al agrietado van a ser más resistentes al hongo *M. laxa* ya que las zonas por las que pueda entrar el patógeno se van a ver reducidas. Una serie de experimentos han demostrado la correlación positiva de heridas cutáneas con la enfermedad en las cerezas cosechadas (Børve et al., 2000).

El aporte regular de agua permite reducir el número de heridas cuticulares, y a la vez las pérdidas postcosecha causadas por el patógeno *M. laxa*, por lo que el uso del riego de forma correcta permite reducir las dosis aplicadas de fungicidas postcosecha (Sekse, 1996).

En una investigación se llegó a la conclusión de que los metabolitos primarios y secundarios de la cereza tenían un papel relevante en la resistencia al hongo *Monilinia* spp. (Kiprovski et al., 2018). En otros estudios se demostró que los ácidos fenólicos presentan una acción biocida contra hongos y bacterias *in vitro*, además de la influencia que ejercían de sus concentraciones en la resistencia a la enfermedad (Asiegbu, 2000; Ahn et al., 2005). Se ha comprobado que el menor contenido de los ácidos clorogénicos en la cutícula de del melocotón (*Prunus persica* (L). [Batsch]) está correlacionado con el aumento de la susceptibilidad a la podredumbre parda, por lo que se espera que en el cerezo la repercusión de estos ácidos será similar (Pacheco et al., 2014).



### 3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD TECNOLÓGICA DESARROLLADA

Como actividad tecnológica se va a diseñar un plan de mejora para cerezos del Valle del Jerte que permita desarrollar una nueva variedad de cerezo con resistencia al hongo *Monilinia* spp.

Para decidir cuál será el material de partida se ha hecho un estudio previo de las distintas variedades cultivadas en la zona del Valle del Jerte.

| Genotipo                 | ‘Lapins’               | ‘Burlat’                 |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Origen                   | Canadá                 | Francia                  |
| Maduración               | Tardía (+24)           | Temprana                 |
| Floración                | Última semana de marzo | Primera semana de abril  |
| Fertilidad               | Autocompatible         | Autoincompatible         |
| Tamaño                   | Medio-grueso           | Medio-grueso             |
| Forma                    | Redonda-aplanada       | Aplanada                 |
| Color de la piel         | Rojo oscuro            | Rojo oscuro              |
| Color de la pulpa        | Roja                   | Roja                     |
| Firmeza                  | Persistente o firmeza  | Media                    |
| Resistencia al agrietado | Resistencia            | Sensible al agrietado    |
| Sensibilidad a Monilia   | Sensible               | Moderadamente resistente |

Tabla 5. Resumen de las características de la variedad ‘Lapins’ y de la variedad ‘Burlat’

El germoplasma elegido para el plan de mejora son las variedades ‘Burlat’ y ‘Lapins’. La variedad ‘Burlat’ es moderadamente resistente a la podredumbre parda (Kiproviski et al., 2018), mientras que la variedad ‘Lapins’ es sensible a la enfermedad, pero resistente al agrietado. Por ello, a partir del cruzamiento entre ambas se podrá obtener una variedad con resistencia a la enfermedad y al agrietado. Dos características que contribuirán a incrementar, la productividad de la nueva variedad. Además, se ha elegido este germoplasma para mejorar la productividad y la resistencia al agrietado, porque además de desarrollar una variedad resistente a la podredumbre parda es importante que sea productiva. Debe haber una rentabilidad económica para que se recuperen las inversiones del desarrollo tecnológico y a posteriori el agricultor pueda cultivar esta variedad con garantía de una cosecha productiva.

Al ser un frutal de multiplicación vegetativa, el programa de mejora vegetal seguirá el método de selección clonal.

#### Año 1:

Una vez que se han elegido los parentales, se procede a realizar los cruzamientos ‘Burlat’ x ‘Lapins’ para obtener un mínimo de 20.000 semillas, que serán el punto de partida para la selección clonal. Los parentales son variedades homogéneas, pero altamente heterocigóticas, y por tanto la descendencia obtenida tendrá una gran variabilidad, donde se irá haciendo la selección año tras año para obtener la variedad mejorada.

Al realizar los cruzamientos se tiene en cuenta que la variedad ‘Burlat’ es autoincompatible y la variedad ‘Lapins’ es autocompatible, además de los distintos



periodos de floración que presenta cada una. Se plantan las variedades ‘Burlat’ y ‘Lapins’ a una distancia apropiada en la misma parcela para que tenga lugar los cruzamientos entre esas variedades. De esta forma la variedad ‘Burlat’ podrá ser polinizada por la variedad ‘Lapins’ y en sus frutos se formarán las semillas híbridas ‘Burlat’ x ‘Lapins’. Teniendo en cuenta que el rendimiento medio de un cerezo son 100 kg y que el peso aproximado de una cereza es de 6 g, haría falta al menos cinco árboles de ‘Burlat’, para obtener 80.000 semillas en el punto de partida.

### Año 2 y 3:

Las semillas de los frutos que se han obtenido en la variedad ‘Burlat’ previamente se germinan y crecen en el invernadero. El proceso comienza con miles de semillas que tendrán que germinar, luego se irán reduciendo el número de clones que pasan a la siguiente fase de evaluación. Durante los primeros años no se puede evaluar ni la resistencia al hongo *M. laxa*, ni las características del fruto (compuestos fenólicos, resistencia al agrietado, color, calibre, etc) debido a que hasta que el cerezo no entra en producción estos caracteres no se pueden medir. Tampoco, se puede recurrir al uso de marcadores moleculares para la selección en estas etapas tempranas, ya que no se ha descrito ningún QTL relacionados con la resistencia a *Monilinia* spp. ni con el agrietado en cerezo.

El cerezo es un frutal con un periodo de juvenilidad de, aproximadamente cinco-seis años y, por tanto, tarda en ese tiempo desarrollar el fruto. En este periodo de tiempo los genotipos que se seleccionan son aquellos que presentan una buena tasa de crecimiento, y que no presentan ningún síntoma de alguna enfermedad. El resto se descartan.

### Año 4 y 5:

Durante el cuarto y quinto año los cerezos se trasplantarán a campo como paso previo a la entrada en la fase de producción. Se continuarán descartando genotipos con problemas de crecimiento o de sanidad. Al final de esta fase el número se habrá reducido a unos pocos cientos.

### Año 6:

A partir de la entrada en producción se puede medir la resistencia al hongo *M. laxa*, tanto en campo como en laboratorio. En el laboratorio se induce las condiciones necesarias para favorecer el desarrollo del hongo y así de esta forma observar en el fruto si hay algún síntoma de podredumbre parda, ya que es posible que en campo no haya incidencia del hongo por las condiciones ambientales, y entonces no se podría evaluar dicha resistencia. Es importante que en este proceso se mida la resistencia comparándolo con la variedad susceptible, ‘Lapins’, y a la vez con la variedad ‘Burlat’ para ver las producciones que se obtienen y observar si enferma o no.

Además de seleccionar los genotipos que presentan resistencia a la podredumbre parda, se seleccionarán aquellos que presenten características deseables de fruto, incluyendo buen sabor respetando la proporción azúcar-acidez, firmeza, calibre aproximado de 26 mm y resistencia al agrietado. La metodología para la evaluación de estas características se detalla en el anexo (7). Dado que se han elegido unas variedades con características



morfológicas del fruto bastante parecidas, no se espera una gran segregación para el tamaño y la forma del fruto, y el color de la piel o de la pulpa.

### Año 7:

Se va a comenzar a evaluar la facilidad de multiplicación de los genotipos para seleccionar aquellos que tienen una buena tasa de propagación clonal. En esta fase ya se ha reducido el número de genotipos, entonces se puede evaluar la calidad del estaquillado. Se cogen 10 estacas por árbol y se observa cuales enraízan mejor. En aquellos clones que enraícen mejor se va a volver a medir la resistencia a *M. laxa*, además de la calidad del fruto. Tras esta fase de selección, el número de clones se reducirá a unos 20.

### Año 8, 9, 10 y 11:

Durante el año 8 se realizarán los injertos en campo. Si los injertos son exitosos, se podrán obtener frutos de los clones injertados los años 10-11.

Los primeros injertos se realizarán sobre el patrón 'Rebolfo', ya que da un buen resultado en la zona del Jerte, y es un patrón adaptado a las condiciones edáficas de la región. Tras el injerto en el patrón se evalúa en campo la compatibilidad patrón-variedad con cada uno de los genotipos clonales en el campo observando los rendimientos obtenidos. Este ensayo evaluará el comportamiento en injertos de los aproximadamente 20 clones seleccionados en las fases anteriores, además de las variedades 'Burlat' y 'Lapins' que se usarán como variedades testigo. Se realizarán 3-4 réplicas. Si se injertan 3 o 4 genotipos sobre un mismo árbol patrón, se necesitarán unos ocho árboles del patrón por replica. El ensayo se realiza por triplicado, por lo que se necesitará 66 injertos en total (3 de cada genotipo). En cada árbol-patrón se realizan tres injertos (66/3 árboles del patrón para injertos).

Los injertos se plantarán en la región del Valle del Jerte. Tras la entrada en producción de los injertos, se evaluarán durante al menos dos años para seleccionar finalmente cinco clones, teniendo en cuenta su compatibilidad y producción sobre el patrón. Aquellos que no sean compatibles con 'Rebolfo' o alcancen menor producción serán descartados.

El injerto de la variedad 'Lapins' sobre el patrón 'Rebolfo' en las mismas condiciones permitirá tener una referencia y evaluar la productividad que se obtiene con cada clon en comparación con la 'Lapins'. Como ya se ha mencionado esta variedad es productiva, pero podría enfermar ya que es sensible al ataque del hongo. Mientras que, los clones resistentes no deberán presentar síntomas de la enfermedad.

Los injertos siempre se realizan durante el invierno, ya que ahí no están activos. Al principio hasta que el cerezo no entre en producción solo se puede evaluar su crecimiento y su estado sanitario. Una vez que ha dado cosecha, se recolecta el fruto y se evalúan en las cerezas de cada genotipo posibles síntomas de agrietamiento y de podredumbre parda. Aquellas que se encuentren infectadas se descartan, tanto si es por la presencia del hongo *M. laxa* o por otro patógeno. Además de evaluar estas características para seleccionar los clones, también se tiene en cuenta la calidad de la cereza y el rendimiento que cada genotipo sobre el patrón.



### Año 11, 12, 13 y 14:

Tras la selección de los cinco clones con mejores rendimientos, y resistentes al hongo *M. laxa* y al agrietado del fruto se procederá a evaluarlos en otras zonas del Valle del Jerte y con otros patrones siguiendo el procedimiento descrito para el ensayo monoclonar de los años 8 a 11.

En paralelo se harán una serie de ensayos en Calatayud (Zaragoza) sobre el patrón ‘Rebollo’ y ‘Marilan’ ya que este patrón tolera la asfixia radicular. Se realizará el mismo proceso que en el periodo anterior, injertándose varios genotipos (B (‘Burlat’), LB (‘Lapins’ x ‘Burlat’), L (‘Lapins’)) sobre cada patrón.

De igual forma en la zona del Valle del Jerte se usa la variedad ‘Lapins’, en injerto sobre ‘Rebollo’ como testigo de productividad, en este caso se usará la variedad ‘Symphony’ (variedad productiva en la región de Calatayud). La variedad ‘Lapins’ se mantendrá en los ensayos sobre el patrón ‘Rebollo’ y ‘Marilan’ como testigo de susceptibilidad a podredumbre parda a la hora de valorar la resistencia a la enfermedad de los clones seleccionados.

En la zona de Zaragoza los clones que mejores resultados darán serán aquellos que se encuentren sobre el patrón ‘Marilan’ ya que este patrón es capaz de tolerar la sequía y es resistente a la asfixia radicular, y a hongos.<sup>13</sup>

### Año 15:

Finalmente se espera conseguir dos nuevas variedades mejoradas. La variedad mejorada para el Valle del Jerte se pondrá en el registro bajo el nombre de ‘Felicjanek’ y la variedad adaptada a las condiciones edafoclimáticas de Zaragoza se pondrá en el registro bajo el nombre de ‘Dziekuję’. Las dos variedades tendrán resistencia al hongo *Monilinia laxa*, y al agrietado, tendrán un tamaño medio de cereza de 26 mm, habiéndose mejorado su productividad con un sabor muy dulce, además de, una coloración rojiza oscura.

---

<sup>13</sup> Injerto-patrón Marilan. Consultado: 5 de noviembre de 2021. <http://blog.agrologica.es/plantacion-injerto-cerezo-patron-portainjertos-marilan-mariana-adara/>

#### 4. RESULTADOS, JUICIO CRÍTICO E IMPLICACIONES

Tras haber diseñado el programa de mejora genética se analizan distintos factores que influirían en su ejecución.

El principal problema a la hora de ejecutar este programa se fundamenta en el poco conocimiento sobre la base genética de la resistencia a la podredumbre parda en cerezo. La información que se dispone en melocotón, especie muy relacionada filogenéticamente con el cerezo, permite inferir que dicha resistencia está controlada por muchos genes y que hay factores no genéticos que influyen en la expresión del carácter. Esto, dificulta la selección basada en el fenotipo de los mejores genotipos, haciendo necesario realizar ensayos con réplicas en distintos años y localidades para su adecuada identificación.

Si la resistencia hubiera sido de carácter monogénico, determinada por un alelo dominante o recesivo, habría sido más sencillo el diseño del plan de mejora. Por otra parte, de haber sido de carácter dominante, con una copia del alelo se podría haber detectado el rasgo de la enfermedad en el fenotipo.

A su vez, el carácter poligénico de la resistencia limita el uso de marcadores moleculares. Dichos marcadores serían de gran utilidad, pues se trataría de secuencias de DNA cuya presencia o ausencia en un genotipo estaría asociada a la resistencia o susceptibilidad frente al hongo.

Por otra parte, si se dispusiera de algún marcador molecular fiable, sería posible pre-seleccionar genotipos potencialmente resistentes al comienzo del programa (años 2-3), en vez de esperar a los seis años, cuando el cerezo ha entrado en producción y se pueda observar la presencia de algún síntoma en fruto. Esto haría más efectiva la selección de genotipos resistentes en los primeros años y reduciría el volumen de clones que se van a evaluar en campo. Por tanto, al no poder contar con esta ayuda, se encarece el programa en coste y tiempo para la empresa.

Otra consecuencia del carácter poligénico de la resistencia es que es de esperar que la variedad o variedades que se obtengan sean resistentes ante nuevas variantes genéticas del hongo ya que las resistencias cuantitativas suelen ser de amplio espectro, efectivas frente a diferentes cepas del patógeno. Este tipo de resistencia se conoce como duradera, pero incompleta porque a veces la variedad presenta algún síntoma, aunque no muy grave y sin afectar al rendimiento. Por el contrario, si la resistencia tiene una base genética monogénica y *M. laxa* muta, el cerezo habrá perdido la resistencia al hongo y se infectará. Este tipo de resistencia es conocida con el nombre de resistencia completa, pero no duradera.

En el caso de la variedad obtenida adaptada a Calatayud, si se hubiera decidido partir de cruzamientos distintos en vez de utilizar la descendencia desarrollada en el Valle del Jerte, se habría duplicado el trabajo en las primeras fases.

## 5. CONCLUSIONES

Este programa de mejora genética diseñado pretende desarrollar en 14 años una variedad de cereza adaptada al Valle del Jerte que presente resistencia a la enfermedad podredumbre parda, además de resistencia al agrietado y sea productiva. Se ha aprovechado la selección anterior para obtener otra variedad con resistencia al hongo *Monilinia laxa* y al agrietado adaptada a la comarca de Calatayud (Zaragoza).

Como se ha ido comentando a lo largo del desarrollo del plan de mejora vegetal, el uso de los marcadores moleculares habría permitido realizar una selección temprana de la resistencia a la enfermedad, reduciéndose de esta forma el uso de recursos económicos y tecnológicos.

Si se hubiera iniciado de cruzamientos distintos en la comarca de Calatayud, el programa sería más costoso. Se decidió partir del mismo cruzamiento con los clones seleccionados en la región del Valle del Jerte.

Otro punto débil a la hora de diseñar el programa y este trabajo ha sido la dificultad de encontrar información de la base genética del cerezo (*Prunus avium* L.) asociada con la resistencia a la podredumbre parda. En cambio, en el melocotón (*Prunus persica* L.) se ha investigado más debido a que las pérdidas económicas en la cosecha por el ataque del hongo son superiores que en el cerezo. No obstante, en el caso de *P. avium* L. los daños también son cuantiosos y el impacto sobre los beneficios es notable, por lo que se debería aumentar la investigación en la genética de esta resistencia en cerezo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA (Documentos técnicos y artículos científicos)

### 6.1 Bibliografía técnica y científica con autores

- Agrios, G.N. (1998). Plant pathology 3<sup>rd</sup> Ed. Academic Press. San Diego. CA. USA. pp 803.
- Agrupación de cooperativas del Valle del Jerte (2016). *Producción, cooperativas y socios del Valle del Jerte*. Obtenido de: <https://www.ac-vallejerte.es/programa-completo-del-cerezo-en-flor-2019-en-el-valle-del-jerte/>
- Alaniz Ferro, Sandra; Alliaume Molfino, Florencia. (1998). *Evaluación de métodos alternativos o complementarios en el control de Monilinia fructicola en postcosecha de duraznos*. [Tesis de grado]. Universidad de la República Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.
- Almacellas Gort, J.; Marín Sánchez, J.P. (2011). La podredumbre parda del melocotonero, ¿cuarentena o enfermedad común? *Vida Rural*, pp. 36-42. Recuperado de: <https://docplayer.es/211895205-La-podredumbre-parda-del-melocotonero-cuarentena-o-enfermedad-comun.html>
- Amiri, A., Holb, I.J., and Schnabel, G. 2009. A new selective medium for the recovery and enumeration of *Monilinia fructicola*, *M. fructigena*, and *M. laxa* from stone fruits. *Phytopathology* 99: 1199-1208.
- Bargioni, G. (1996). Sweet cherry scions: characteristics of the principal commercial cultivars, breeding, objectives and methods. En: Webster, A. D. Looney N.E (Eds), *Cherries: Crop Physiology, Production and Uses*. CAB International, University Press, Cambridge, pp 73-112
- Batra, L.R. 1991. World species of *Monilinia* (Fungi). Their ecology, biosystematics and control. *Mycol.Mem.* 16:1-246.
- Becedas, O. L. (10 de octubre de 2007). *Fichas técnicas de sanidad vegetal*. Obtenido de Junta de Extremadura: <http://www.juntaex.es/con03/sanidad-vegetal-fichas-segun-cultivo>. Consultado: 9 de junio de 2021
- Bonaterra, A.; Mari, M.; Casalini, L.; Montesinos, E. Biological control of *Monilinia laxa* and *Rhizopus stolonifera* in postharvest of stone fruit by *Pantoea agglomerans* EPS125 and putative mechanisms of antagonism. *Int. J. Food Microbiol.* 2003, 84, 93–104.
- Borković, B., Malenčić, Đ., Prvulović, D., Kiproviski, B., Stojšin, V., & Iličić, R. (2017). Screening for Polyphenol Compounds and Antioxidant Capacity of Sweet Cherry Fruits Infected with *Monilinia Laxa*. *Contemporary Agriculture*, 66(3-4), 46-52.
- Boskoviv R; Tobutt K.R. (2001). Genotyping cherry cultivars assigned to incompatibility groups, by analyzing stylar ribonucleases. *Theor. Appl. Genet*; 103, 475-485

- Børve, J., Sekse, L., & Stensvand, A. (2000). Cuticular Fractures Promote Postharvest Fruit Rot in Sweet Cherries. *Plant Disease*, 84(11), 1180-1184.
- Brown rot. (10 de December de 2020). Obtenido de <https://www.cabi.org/isc/datasheet/34747#todescription>
- Byrde, R.J.W. (1952). The effect of age of wound and weather on the susceptibility of apple injuries to infection by the brown rot fungus. In, University of Bristol Annual Report of Agriculture and Horticulture Research Station, 1951. Bristol, UK, Long Ashton Research Station, pp 128-131
- Carrillo-Navarro, Antonio; Cos-Terrer, José; Frutos, Diego; García-Montiel, Federico; García-Monreal, Francisco; López-Ortega, Gregorio; Guirao-López, Pedro. José; López-Romero, David. (2014). Proyecto Regional (I+D) sobre cerezo.
- Cordeiro Rodrigués, L. (2003). *Caracterización morfológica, isoenzimática y molecular de variedades de cerezo (Prunus avium L.) y de Guindo (Prunus cerasus L.) portuguesas* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.
- Cruz, I. a. P. (2010). Peach fruit resistance to brown rot (*Monilinia* spp.): a genomics approach. Università degli Studi di Milano.
- De Cal, A. y Melgarejo, P. (2000). Momificado de los frutales de hueso (*Monilinia* spp.). Enfermedades de los frutales de pepita y de hueso. E. Montesinos, P. Melgarejo, M.A. Cambra y J. Pinochet (eds). Ed. Mundi-Prensa. p 66-67.
- Denominación de origen protegida “Cereza del Jerte”. *Descripción del producto*. Navaconcejo, Cáceres.
- Ellena Dellinger, M. (2012). Organografía del árbol. Hazard Torres, Sergio; Montenegro Adolfo; Avendaño Fuentes, Lilian (Ed). *Formación y sistemas de conducción del cerezo dulce*, Capítulo 2 pp. 19-42. Biblioteca INIA
- EPPO. (2012). *Base de datos global EPPO*. Obtenido de: <https://gd.eppo.int/taxon/MONIFG/distribution>
- FAO. (2019). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos*. Roma.
- Feucht, W. (2008). *Cultivo de cerezas y ciruelos*. Omega
- Gallardo, J.F., Cuadrado, S., y Gonzalez, M.I.M. (1981). Características de los suelos forestales del Valle de El Jerte. 40 (11-12).
- Gella R, Fustero R, Rodrigo J (2001) Variedades de Cerezo. Gobierno de Aragón, Departamento de Agricultura. Recuperado en: <https://www.mapa.gob.es/app/materialvegetal/Docs/Diagramacombinadofloracionmaduracion.pdf>.
- Gell Silvente, I. (2007). *Podredumbre parda del melocotonero (Monilinia spp.): Detección, Identificación de especies y contribución a la epidemiología de la enfermedad* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.

- Gerardo Rangel Sánchez, E. C. (2010). El ácido salicílico y su participación en la. *Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, 90-95.
- Gil – Albert Velarde, F. (1998). *Tratado de arboricultura frutal. Volumen II, La ecología del árbol frutal*. 4ª Edición, Madrid Mundi - Prensa MAPA.
- Gogorcena, Y.; Jose Barriuso, J.; Ikechukwu Obi, V. (2018). Peach Brown Rot: Still in Search of an Ideal Management Option.
- Goldhamer, D. & Synder, R.L. 1989. Irrigation scheduling: a guide for efficient onfarm water management. Division of Agriculture and Natural Resources Publication 21454. University of California.
- Gotor-Vila, A.; Teixidó, N.; Casals, C.; Torres, R.; de Cal, A.; Guijarro, B.; Usall, J. Biological control of Brown rot in stone fruit using *Bacillus amyloliquefaciens* CPA-8 under field conditions. *Crop Prot.* 2017, 102, 72–80.
- Hernández-Crespo, J.C. (2006). SIMIL, Sistema de Información Micológica Ibérica en Línea. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C. Proyecto Flora Micológica Ibérica. I-VI.
- Hughes KJD, Fulton CE, McReynolds D, Lane CR (2000) Development of new PCR primers for identification of *Monilinia* species. EPPO conference on diagnostic techniques for plant pests, Wageningen, Netherlands, 1-4 February 2000 30:507-511.
- Iezzoni A, Schmidt H, Albertini A (1990) Cherries (*Prunus*). En “Genetic resources of temperate fruit and nut crops”. Moore, J. N., & Ballington, J. R. (eds.), pp 111-173. International Society for Horticultural Sciences, Wageningen (Netherlands).
- Iglesias et al. (2016). El cultivo del cerezo en España. *Fruticola*, Vol. 38 nº3, pp 8-22.
- José Antonio González, J. R. (2018). *Prunus avium* L. (págs. 241-255). Salamanca.
- Kiprovski, B., Borković, B., Malenčić, Đ., Veberić, R., Štampar, F., & Mikulić-Petkovšek, M. (2018). Postharvest changes in primary and secondary metabolites of sweet cherry cultivars induced by *Monilinia laxa*. *Postharvest Biology and Technology*, 144, 46-54.  
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.05.012>
- Ley de la comisión por el que se establecen las normas de comercialización de las cerezas nº 214/2004, de 6 de febrero de 2004, 62 a 64. Recuperado de <https://www.boe.es/doue/2004/036/L00006-00009.pdf>
- Lichou, J., Edin, M., Tronel, C. y Saunier, R. (1990). Le cerisier: la cerise de table. CTIFL, París.
- Marcelo Muñoz, V. (2015). *Cerezas-exportaciones-producción-superficie-precios-variedades*. Chile: Ministerio de agricultura.
- Miessner, S. and Stammler, G. 2010. *Monilinia laxa*, *M. fructigena* and *M. fruticola*: Risk estimation of resistance to QoI fungicides and identification of species with

- cytochrome b gene sequences. *Journal of Plant Diseases and Protection* 117: 162–167.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2021). *Fruta de hueso. Balance de la campaña 2020 y perspectivas 2021*. Madrid
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2009). Caracteres morfológicos de Precoce Bernard.
- Moreno, M. A., Adrada, R., Aparicio, J., Jiménez, M.C. y Betrán, J.A. 1998. Comparación de varios patrones para cerezo injertados con la variedad Sunburst. *Fruticultura profesional* nº 96: 33-39.
- Nieto Serrano, E., Henar Prieto Losada, M., & Fortes, R. y. (2012). Estrategias de riego deficitario controlado en postcosecha en el cultivo del cerezo en el Valle del Jerte. *Horticultura*.
- Ogawa, J.M., Zehr, E.I y Biggs, A.R. (1995). Brown rot. in, *Compendium of Stone Fruit Diseases*.
- Olmos, Silvia. (Dirección). (2020). Ciclo de vida ascomicetes [Película]. <https://www.youtube.com/watch?v=n-r32Op4hm0&t=5s>
- Oosters, P., Koppert Biological Systems (2021). El nuevo registro del producto de control biológico de hongos Noli en Israel. *Newsletter*. <https://www.fructidor.es/newsdetail.aspx?idn=54175&title=El-nuevo-registro-del-producto-de-control-biol> Consultado: 20 de mayo de 2021.
- Pacheco, I., Bassi, D., Eduardo, I., Ciacchiulli, A., Pirona, R., Rossini, L., & Vecchietti, A. (2014). QTL mapping for brown rot (*Monilinia fructigena*) resistance in an intraspecific peach (*Prunus persica* L. Batsch) F1 progeny. *Tree Genetics & Genomes*, 10(5), 1223-1242.
- Pinochet, J., Torrents, J. y Felipe, A. 1998. Portainjertos de ciruelo, cerezo y albaricoquero desde la perspectiva de la replantación. *Fruticultura profesional* nº 96: 6-11.
- Podestá, L. 2007. Influencia de restricciones hídricas postcosecha en el crecimiento vegetativo y reproductivo en plantaciones jóvenes de cerezo. (*Prunus avium* L.)
- Polanco Zambrano, D.A. (2017). *Paradais Sphynx*. Cerezo, *Prunus avium*, características, hoja, flor, cuidados. Cereza, propiedades y variedades. <https://naturaleza.paradais-sphynx.com/plantas/arboles/cerezo-prunus-avium-cerezas-variedades.htm> . Consultado: 16 de abril de 2021
- Sánchez Rodrigo, P. (2009). Prospección y caracterización agromorfológica, bioquímica y molecular de cultivares tradicionales de cerezo (*Prunus avium* L.), Guindo (*Prunus cerasus* L) y sus híbridos (*Prunus* x *gondouinii* Rehd.) de la provincia de Salamanca (España).
- Santos, J., Iglesias, I. y Viladegut, V. 1988. Comportamiento Agronómico de las variedades de cerezo Burlat, StarK Hardy Giant, y Duroi 3 sobre los patrones



- SL 64, Maxma 14 Brokforest, TabelEdabriz y Damil GM61/1. Fruticultura profesional nº 96: 19-30.
- Sarasola, A. y Rocca, M. 1975. Fitopatología General. Tomo 1 y 3. Centro regional de ayuda técnica.
- Schwessinger, B y Zipfel C (2008) News from the frontline: recent insights into PAMP-triggered immunity in plants. *Current Opinion in Plant Biology* 11: 389-395
- Sekse, L. 1995. Cuticular fracturing in fruits of sweet cherry (*Prunus avium* L.) resulting from changing soil water contents. *J. Hortic. Sci.* 70:631-635
- Serradilla, F. G. (s.f.). *Control del cracking de la cereza. Avances en el conocimiento y aplicación de nuevas estrategias*. Extremadura: Universidad Miguel Hernández.
- Sønsteby, A., & Heide, O. M. (2019). Temperature effects on growth and floral initiation in sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae*, 257, 108762.
- Tuset, Juan; C. H. (2007). "La podredumbre marrón" (*Monilinia spp.*) de los frutales de hueso. *Phytomona España*.
- Yáñez-Mendizábal, V.; Zerrouh, H.; Viña, I.; Torres, R.; Usall, J.; de Vicente, A.; Pérez-García, A.; Teixidó, N. Biological control of peach brown rot (*Monilinia spp.*) by *Bacillus subtilis* CPA-8 is based on production of fengycin-like lipopeptides. *Eur. J. Plant Pathol.* 2012, 132, 609–619.
- USDA. (2020). *Actualización de la producción mundial de cerezas 2020/21*. Obtenido de <https://chilealimentos.com/usda-actualizacion-de-la-produccion-mundial-de-cerezas-2020-21/>.

### 6.2 Bibliografía sin autor

- AgrOeste. (13 de abril de 2020). El frío y la humedad dañan 4 millones de kilos de cerezas en el Jerte, afectadas por la enfermedad de la monilia. *Eldiario.es*.
- Agrologica. (29 de noviembre de 2012). *Formaciones vegetativas y fructíferas en frutales: consideraciones previas a la poda*. Consultado: 20 de marzo de 2021. Obtenido de: <http://blog.agrologica.es/formaciones-vegetativas-y-fructiferas-en-poda-frutales-almendro-cerezo-ciruelo-melocotonero-albaricoquero-peral-manzano/>.
- Árboles y frutales. Consultado: 3 de abril de 2021. Obtenido de: <https://arbolesfrutales.org/>
- Cabi. Consultado: 12 de octubre de 2021. Obtenido de: <https://www.cabi.org/isc/>
- Control del cracking de la cereza. Consultado: 5 de septiembre de 2021. Obtenido de: [https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/control\\_del\\_cracking\\_de\\_la\\_cereza](https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/control_del_cracking_de_la_cereza)
- Determinación de azúcar en frutas, utilizando un refractómetro digital HI96800 para grados brix. 2018. Hanna instruments Chile. Consultado: 20 de noviembre de 2021. Obtenido de: <https://youtu.be/pgByxmAigYU>



- InfoAgro.com. El cultivo de la cereza. Consultado: 1 de febrero de 2021. Obtenido de: [https://infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/cereza.htm](https://infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/cereza.htm)
- Injerto-patrón Marilan. Consultado: 5 de noviembre de 2021. Obtenido de: <http://blog.agrologica.es/plantacion-injerto-cerezo-patron-portainjertos-marilan-mariana-adara/>.
- (2019). *Los mejores consejos para combatir la monilia en frutales*. Consultado: 30 de junio de 2021. Obtenido de: <https://www.probelte.es/noticia/en/los-mejores-consejos-para-combatir-la-monilia-en-frutales/47>.
- Monilia amenaza cerezas españolas. Consultado: 9 de septiembre de 2021. Obtenido de: <https://www.redagricola.com/cl/monilia-amenaza-cerezas-espanolas/>
- Monilia en frutales de hueso. Consultado: 10 de abril de 2021. Obtenido de: <https://www.syngenta.es>.
- Organografía y fenología de frutales. Consultado: 20 de julio 2021. Obtenido de: <http://www.fruticultura.udl.es/Fruticultura/organografiaFenologiaFruiters/yemas.html>.
- Parámetros para la calidad de la fruta. Infoagro. Consultado: 4 de septiembre de 2021. Obtenido de: [https://www.infoagro.com/documentos/parametros\\_control\\_calidad\\_fruta.asp](https://www.infoagro.com/documentos/parametros_control_calidad_fruta.asp)
- Plantas y flores, Prunus avium L. Consultado: 14 de abril de 2021. Obtenido de: <https://plantasflores.com/prunus-avium-cv/>
- Prunus avium L. – Cerezo. Consultado: 20 de abril de 2021. Obtenido de: <https://www.vivelanaturaleza.com/arboles/cerezo-prunus-avium/>
- Resumen del mercado global de la cereza*. (2021). Obtenido de: <https://www.freshplaza.es/article/9333486/resumen-del-mercado-global-de-la-cereza/>
- Técnicoagrícola.es. (12 de octubre de 2012). Monilia o moniliosis en cereza. Consultado: 18 de octubre de 2021. Obtenido de: <https://www.tecnicoagricola.es/monilia-o-moniliosis-en-cereza/>
- Tema 11. El cerezo dulce: patrones y variedades*. (2018). Consultado: 9 de marzo de 2021. Obtenido de: <https://georgiusm.files.wordpress.com/2018/11/cerezo.pdf>.

## 7. ANEXO EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA Y DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO:

### Evaluación de las características del fruto:

Para medir la calidad de la cereza se tienen en cuenta distintos parámetros: el calibre, la coloración, el contenido de azúcar, la acidez, la firmeza y la resistencia al agrietado.<sup>14</sup>

La firmeza se evalúa mediante el penetrómetro manual, este aparato se introduce a 8 mm de la pulpa de la fruta y así se mide la fuerza que opone la fruta a ser perforada (Figura 26.B.) El color de la cereza se puede evaluar mediante una tabla (Figura 26.A.).



A



B.

**Figura 26.** A. Carta de color Cifl para cerezas (Sánchez, Alonso J., 2013.). B. Penetrómetro manual (Oremor, 2021)

La resistencia al agrietado se evalúa mediante el método Waterfall (Figura 27) las cerezas se mojan con agua destilada, en vez de sumergirlas para no intercambiar el equilibrio iónico de la pulpa. Así de esta forma se puede medir la presión del agua en la superficie de la cereza, a la vez que la absorción del agua por la piel de la cereza durante la lluvia.<sup>15</sup>

Para saber la cantidad de azúcar que hay en la cereza se necesita un refractómetro digital. Este proceso de evaluación consiste en el lavado, la extracción de jugo y la clarificación de las cerezas, una vez ha sido partida, con una jeringuilla. Antes en el refractómetro se coloca un poco de agua destilada y después se retira con papel absorbente y se pasa a medir el contenido de la jeringuilla. Después de unos segundos el refractómetro nos dará información del contenido en azúcar en grados Brix.<sup>16</sup> La cereza es una de las frutas con mayor contenido en azúcares, por cada 100g hay 12,5g de azúcar.

<sup>14</sup> Parámetros para la calidad de la fruta. Infoagro. Consultado: 4 de septiembre de 2021. Obtenido de: [https://www.infoagro.com/documentos/parametros\\_control\\_calidad\\_fruta.asp](https://www.infoagro.com/documentos/parametros_control_calidad_fruta.asp)

<sup>15</sup> Control del cracking de la cereza. Consultado: 5 de septiembre de 2021. Obtenido de: [https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/control\\_del\\_cracking\\_de\\_la\\_cereza](https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/control_del_cracking_de_la_cereza)

<sup>16</sup> Determinación de azúcar en frutas, utilizando un refractómetro digital HI96800 para grados brix. 2018. Hanna instruments Chile. Obtenido de: <https://youtu.be/pgByxmAigYU>

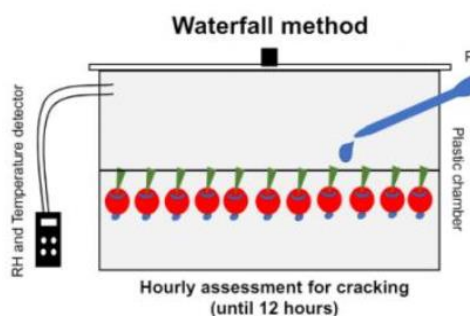


**Figura 27.** Figura adaptada del artículo publicado por Michailidis et al., 2020.

Para poder comercializar las cerezas también se tiene que cumplir con un calibre marcado por la Unión Europea. El calibre mínimo marcado según el BOE se encuentra entre 17-20 mm dependiendo de la categoría de la cereza, y este se determina por el diámetro máximo de la sección ecuatorial (Extra, categoría I y II).<sup>17</sup> En el programa de mejora genética se decidió descartar aquellas cerezas que presentarán un calibre menor de 26 mm, aunque cumpliera el mínimo exigido por el BOE.

Se seleccionan los individuos que presenten el calibre adecuado exigido por la UE, que tengan firmeza, que sean sabrosos, que tengan una tonalidad rojiza y que no presenten problemas de rajado (Kiprovski et al., 2018).

#### Evaluación de la resistencia al hongo *Monilinia laxa*

En el laboratorio para evaluar dicha resistencia al patógeno se seguirá el procedimiento de inoculación de Pacheco (Pacheco et al., 2014). Para ello, es necesario inocular a las cerezas (previamente han sido desinfectadas). La cepa a utilizar para comenzar con la inoculación se obtiene de las parcelas del ensayo en el Valle del Jerte. Se almacenan dos colonias en placas en un medio de gel agarosa dextrosa durante siete días a 4°C. Una vez realizado un análisis molecular se puede demostrar que el aislado proviene del hongo *M. laxa* (Huges et al., 2000). Para obtener numerosas esporas y poder realizar la inoculación artificial se infectan los frutos que habían sido desinfectados previamente. Una vez transcurridos siete días a 24°C, las esporas halladas en los frutos enfermos se limpiaron con agua estéril, y la suspensión obtenida se filtra en una doble capa de estopilla.

Se recogen cerezas de cada plántula, de la variedad 'LB', 'Lapins' y 'Burlat'. Las cerezas recolectadas de la variedad mejorada se van a inocular, mientras que las variedades 'Lapins' y 'Burlat' son los tratamientos control y estos en un ensayo no se inoculan y en otro sí. El objetivo de no inocular en el tratamiento control, es ver las infecciones naturales que desarrollan (las cerezas de estas variedades solo han sido tratadas con agua estéril). En el segundo ensayo las cerezas recolectadas de las variedades control si se inoculan por si en el campo ese año no hubiera habido presencia del hongo.

Para observar la influencia de las heridas en la fruta a la hora de la infección, se seguirá el procedimiento descrito en Pacheco (Pacheco et al., 2014). En este estudio se

<sup>17</sup> REGLAMENTO (CE) No 214/2004 DE LA COMISIÓN de 6 de febrero de 2004. Consultado: 3 de septiembre de 2021. <https://www.boe.es/doue/2004/036/L00006-00009.pdf>

inocularon cerezas perfectas y perforadas. En la inoculación de cerezas en perfecto estado se procedió a inocular diez microlitros de esporas en la superficie del centro de la mejilla expuestas a la radiación solar, aquí las grietas de las frutas son más pequeñas que cerca del pedicelo.

En el otro caso, la inoculación se realiza perforando la fruta con una aguja estéril de 1 mm para desarrollar una herida de 2 mm de profundidad, después se introduce esporas. Previamente la perforación ha sido desinfectada con una solución de hipoclorito de sodio al 2%. Las cajas de frutas que han sido inoculadas se envuelven con plástico para mantener una humedad elevada y se incuban en una cámara a una temperatura de 25°C. Cinco días después de la inoculación se procede a medir el diámetro de las lesiones originadas y a observar la presencia de podredumbre en las cerezas.

Todas las frutas que han sido inoculadas se incuban en una cámara húmeda a una temperatura de 24°C. Una vez ha transcurrido cuatro días se observa que cerezas presentan síntomas, y estas acaban siendo descartadas.