



**Diseño y establecimiento de una plantación de
mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana
(La Palma)**

**TRABAJO DE FIN DE
GRADO**

Autor : Sergio Lozano Tórtola

Tutora: Raquel Casas Flores

Julio de 2022

Resumen

El proyecto redactado en el presente documento consiste en diseño y establecimiento de una plantación frutal de árboles de mango (*Mangifera indica*) en el municipio de Puntallana (isla de La Palma).

El presente documento se iniciará discutiendo sobre las necesidades de este frutal así como los condicionantes que presenta la ubicación elegida. Se ha elegido un conjunto de parcelas para establecer este cultivo, cuya principal característica es la existencia de taludes ya contruidos así como una pendiente destacable que van a definir notablemente el diseño de la plantación.

En el mismo se presentarán los datos climáticos de la zona de estudio, así como las características físico-químicas del suelo presente en las mismas, las cuales se conjugan con las exigencias del cultivo para determinar su viabilidad así como, de entre las variedades existentes, la que mejor prosperaría. Esta elección también ha buscado también la obtención de la máxima calidad y producción.

Sobre la base de esto se ha definido las características de la plantación (marcos de plantación, disposición de las líneas de cultivo) las cuales influirán en el diseño del sistema de riego. Todas las labores necesarias para la consecución de este objetivo han sido claramente definidas en forma, precio y unidad. Se detallará posteriormente el manejo que esta explotación debería llevar tras su plantación.

Para concluir el documento, se ha efectuado un presupuesto y un estudio de rentabilidad de este proyecto con todas las características definidas en el mismo.

Palabras clave

Proyecto de plantación, *Mangifera indica*, isla de la Palma, plantación de mango.

Abstract

The project drafted in this document consists of the design and establishment of a fruit plantation of mango trees (*Mangifera indica*) in the municipality of Puntallana (island of La Palma).

This document will begin by discussing the needs of this fruit tree as well as the conditioning factors that the chosen location presents. A set of plots has been chosen to

establish this crop, whose main characteristic is the existence of slopes already built as well as a remarkable slope that will notably define the design of the plantation.

In it, the climatic data of the study area will be presented, as well as the physical-chemical characteristics of the soil present in them, which are combined with the demands of the crop to determine its viability as well as, among the existing varieties, the one that would best prosper. This choice has also sought to obtain the highest quality and production.

Based on all this, the characteristics of the plantation have been defined (plantation frameworks, layout of the crop lines) which will influence the design of the irrigation system. All the work necessary to achieve this goal has been clearly defined in form, price and unit. The management that this exploitation should carry after its plantation will be detailed later, as well as

To conclude the document, a budget and a profitability study of this project have been made based on all the characteristics defined in it.

Keywords

Plantation project, *Mangifera indica*, La Palma island, mango plantation.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Anejo I: Antecedentes

Anejo II: Condicionantes

Anejo III: Elección de alternativas: Variedad y patrón

Anejo IV: Establecimiento de la plantación

Anejo V: Manejo de la explotación

Anejo VI: Diseño del sistema de riego

Anejo VII: Justificación de precios

Anejo VIII: Programación de la ejecución del proyecto

Anejo IX: Estudio financiero del proyecto

Anejo X: Estudio de seguridad y salud

DOCUMENTO 2: PLANOS

PLANO N°1: LOCALIZACIÓN

PLANO N°2.1: SITUACIÓN ACTUAL: ORTOFOTO

PLANO N°2.2: SITUACIÓN ACTUAL: ELEMENTOS

PLANO N°2.3: SITUACIÓN ACTUAL: SECCIONES

PLANO N°3: PLANTACIÓN

PLANO N°4: SISTEMA DE RIEGO

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO



**Diseño y establecimiento de una plantación de
mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana
(La Palma)**

**DOCUMENTO I.
MEMORIA**

Autor : Sergio Lozano Tórtola

Julio de 2022

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introducción.....	5
2. Objetivo del proyecto	5
3. Antecedentes	6
3.1 Ubicación y extensión de la zona del proyecto	6
3.2 Situación actual.....	8
4. Condicionantes climáticos del proyecto	8
4.1. Estación meteorológica	8
4.2. Régimen de temperaturas	9
4.3. Precipitación y humedad	10
4.4. Otros condicionantes climáticos.....	11
5. Condicionantes edáficos y físicos del emplazamiento.....	12
5.1. Propiedades físicas del suelo	12
5.2. Propiedades químicas del suelo.....	14
5.3. Condicionante topográfico	15
6. Análisis del agua de riego	16
6.1. Salinidad	16
6.1. Análisis de los iones	16
7. Elección de alternativas	18
7.1. Elección de las variedades.....	18
7.2. Elección del portainjerto.....	19
7.3. Otras características de la plantación	20
8. Labores de establecimiento de la plantación	21
8.1. Preparación del terreno.....	21
8.2. Plantación	22
9. Instalación del sistema de riego	23

9.1. Primera fase	23
9.2. Segunda fase	24
10. Programación de las actividades	24
11. Manejo de la plantación.....	26
11.1. Poda	26
11.2. Riego.....	27
11.3. Fertilización.....	29
11.4. Manejo del suelo.....	32
11.5. Plagas, enfermedades, desordenes fisiológicos y su control	32
11.6. Recolección	33
12. Presupuesto	34
13. Estudio financiero	34
11.1. Conclusión de su viabilidad económica	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación de la zona del proyecto sobre ortofoto (Fuente: catastro)	7
Figura 2 Temperaturas medias mensuales registradas	9
Figura 3 distribución de las precipitaciones y humedad relativa.....	10
Figura 4 triángulo textural con los datos del suelo de la parcela del proyecto.....	13
Figura 5 Clasificación de esta agua según normativa de Riverside	17
Figura 6 Diagrama de Gantt del proyecto	26
Figura 7 Distribución recomendada de la aplicación de nutriente para mango en canarias en época de formación. Fuente: Modesto Hernández (2020).....	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 detalle de superficie catastral de las parcelas implicadas. Fuente: catastro	6
Tabla 2 resumen de parámetros del viento en la zona de estudio.....	11
Tabla 3 resumen de las propiedades del suelo del proyecto.....	12
Tabla 4 resumen de los análisis del agua de riego obtenidos	16

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Tabla 5 variedades más cultivadas en canarias junto con sus características.....	18
Tabla 6 relaciones de precedencia y duración de las actividades.....	25
Tabla 7 resumen de necesidades brutas de riego (mm) por año y variedad	28
Tabla 8 Calendario y dosis de riego de cada mes.....	29
Tabla 9 necesidades de fertilizante en periodo de formación de árboles	30
Tabla 10 dosis y nombre de fertilizantes así como los meses de aplicación en la variedad ‘Keitt’	31
Tabla 11 distribución de la fertilización en la variedad ‘Isis’	31
Tabla 12 principales plagas del mango y su control.....	33
Tabla 13 principales enfermedades del mango y su control.....	33
Tabla 14 resumen de gastos de la plantación (total).....	35
Tabla 15 resumen de los ingresos de la explotación	35
Tabla 16 flujos de caja de la explotación	35
Tabla 17 principales indicadores económicos	35

1. Introducción

En las Islas Canarias, desde hace ya varias décadas, el cultivo del plátano ha sido predominante en la mayor parte de las islas con tierra cultivable, pero en los últimos años, este cultivo ha sido duramente criticado, especialmente por su alto consumo de insumos, a la vez que pierde atractivo por su cada vez menor rentabilidad.

Por otro lado, mientras el consumo de plátano pierde popularidad, otras frutas exóticas, provenientes de zonas de climas tropicales van ganando cada vez más popularidad. Dado que la oferta de estas frutas no es muy alta respecto a su demanda, el precio de las mismas resulta elevado, lo que las hace atractivas a nivel de establecimiento de nuevos cultivos.

En el caso concreto del mango, su consumo en Europa, en general, y España en particular, dado que las zonas de producción son muy limitadas, la producción interna es muy insuficiente para cubrir toda la demanda, de tal manera que estos deben ser importados.

El consumo, además ha crecido notablemente en los últimos años, lo que ha motivado a que cada vez, este frutal sea más cultivado en las zonas de España con clima propicio para ello, siendo estas la costa tropical, en Andalucía y las Islas Canarias, resultando ser en la actualidad, uno de los cultivos frutales más rentables que existen.

2. Objetivo del proyecto

El objetivo de este proyecto es evaluar la viabilidad técnica y económica de una plantación de mangos (*Mangifera indica*) en el municipio de Puntallana, en la isla canaria de La Palma. Se va a proponer realizar esta plantación en un conjunto de parcelas, que las cuales suman un total de 14,6 hectáreas.

En la actualidad estos terrenos se encuentran, en su mayoría, con cultivo de platanera (*Musa acuminata*), así como otra parte de los mismos está actualmente en estado de abandono, sin ningún tipo de uso. Por otro lado algunas de las plantaciones ya existentes cuentan con estructuras que protegen sus cultivos del viento, las cuales están en un estado muy deteriorado. Esta zona de estudio destaca por tener una pendiente importante y en que ya hay construidos numerosos bancales que permiten un manejo más sencillo de cada parcela.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

En los puntos posteriores de este documento se irá detallando todas las actividades que se deberán realizar a fin de poder establecer, con éxito, una nueva plantación de mangos. Se discutirá cuales son las variedades más adecuadas y la rentabilidad de dicha proposición.

3. Antecedentes

3.1 Ubicación y extensión de la zona del proyecto

El conjunto de parcelas en que se pretende desarrollar estas actividades se encuentra en el municipio de Puntallana, en la isla canaria de La Palma (Provincia de Santa Cruz de Tenerife).

En total, este proyecto implicará la unión del manejo de 51 parcelas, localizadas todas ellas en el polígono 5 del mencionado municipio. Una lista de las parcelas implicadas, junto con su superficie y referencia puede ser encontrada a continuación en la tabla 1.

Parcela	Superficie (m ²)	Parcela	Superficie (m ²)	Parcela	Superficie (m ²)
224	1515	208	1808	271	302
223	698	207	2121	233	353
222	1126	206	1685	242	15377
221	3624	205	1805	243	897
220	1081	204	1980	244	4145
219	1449	203	4549	268	1011
218	1113	241	2323	245	2253
217	3442	240	6639	262	1146
216	1975	239	2129	273	2800
215	1657	238	4826	264	91
214	4420	237	1721	263	174
213	1386	236	12510	249	2817
212	943	235	3946	248	2338
211	1914	267	539	266	796
210	2302	234	2430	250	5171
209	1624	269	862	247	1499
SUMA TOTAL DE SUPERFICIES				251	2673
		En m ²	145892	252	10624
		En ha	14,59	246	9283

Tabla 1 detalle de superficie catastral de las parcelas implicadas. Fuente: catastro

Este conjunto de parcelas se ubica al este del caso urbano de Puntallana. En su parte oriental, la zona del proyecto delimita con el océano Atlántico, en su zona occidental por la carretera LP-102, por el norte limitando por el barranco de Punta Sancha y al sur

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

por un camino agrícola. Para conocer de mejor manera la ubicación del emplazamiento destinado a este proyecto, consúltese el plano 1: localización.



Figura 1. Delimitación de la zona del proyecto sobre ortofoto (Fuente: catastro)

Las coordenadas UTM de la zona de este proyecto son las siguientes:

- Datum: ETRS 89
- Uso 28 N
- Extremo norte (X;Y): 233363,3 m; 3181868,7 m
- Extremo este (X;Y): 233726,1 m; 3181659,8 m
- Extremo sur (X;Y): 233442,5 m; 3181300 m
- Extremo oeste (X;Y): 233255,4 m; 3181665,3 m

3.2 Situación actual

La zona del proyecto se compone de numerosas parcelas, dentro de ellas se pueden establecer 3 categorías distintas según el manejo que actualmente tienen: En estado de abandono, con cultivo de platanera al aire libre y cultivo de platanera protegido.

De las 14,6 ha de superficie catastral, 3,3 ha se encuentran en estado de abandono. El 77% de terreno restante se encuentra ocupado por cultivo de platanera, el cual en la actualidad no destaca por ser de una alta rentabilidad. Una parte de este cultivo se encuentra bajo cubierta, concretamente 3 has poseen algún tipo de estructura de protección contra el viento, estando una parte destacable de esta bastante deteriorada, por lo que sería conveniente sustituirla.

Por otro lado existen un total de 3 depósitos en este terreno, que son empleados para el abastecimiento, a pequeña escala, de algunas de las parcelas, siendo alimentadas el resto por acequias de riego. En el apartado de planos, se podrá apreciar con más detalle la existencia y distribución de las mismas. La mayoría de estas parcelas tienen actualmente un sistema de riego por aspersión instalado para el riego de los cultivos existentes, si bien hay que destacar que este se encuentra en estado bastante deteriorado.

Dentro de la superficie de estudio, existe una vivienda particular, ubicada en la esquina suroeste del emplazamiento, la cual es propiedad del promotor. Por otro lado existen un total de cuatro construcciones que actualmente se emplean como almacén.

En el plano “Situación actual: elementos” se detalla la ubicación y dimensión de los elementos aquí mencionados. En el anejo I, por su parte, se detallan algunas características más de los mismos.

4. Condicionantes climáticos del proyecto

4.1. Estación meteorológica

Para determinar las condiciones climáticas del emplazamiento dado que no existen datos históricos recogidos en el propio conjunto de parcelas, se ha recurrido a la estación meteorológica más cercana, ubicada en el barrio de El Socorro, en el municipio colindante de Santa Cruz de la Palma. Esta está ubicada a 180 msnm y a una distancia de 5,5 km en línea recta. Para la definición de las condiciones meteorológicas se ha escogido la serie de datos de los últimos 10 años (2011-2021).

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Las coordenadas de la posición de esta estación son:

- UTM X: -9507222,74
- UTM Y: 3265862,38
- Huso: 30 N
- Datum: ETRS 89
- Altitud: 180 msnm

4.2. Régimen de temperaturas

A diferencia de lo que sucede en las zonas interiores de la península, las temperaturas en las islas Canarias no sufren una variación muy acusada a lo largo del año. En la figura 2, adjunta a continuación se podrá observar el gráfico de las temperaturas medias de los 10 últimos años.

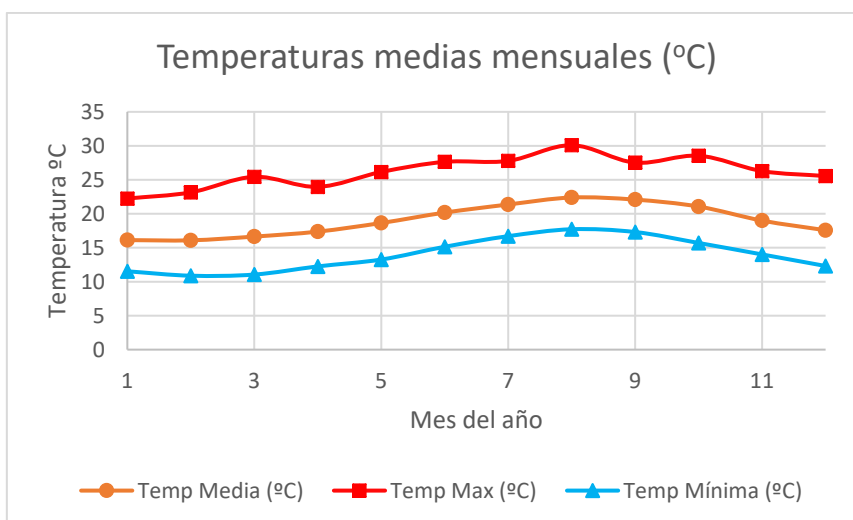


Figura 2 Temperaturas medias mensuales registradas

Las temperaturas más bajas no descienden nunca de 10°C, quedando bastante lejos del punto de congelación, por lo que los daños y ralentizaciones del crecimiento que se producen en estos casos no se van a experimentar en este lugar. Por el lado contrario, las temperaturas máximas rara vez superan los 30°C, concluyendo que esta zona es bastante indicada para el desarrollo de este cultivo.

Las temperaturas más bajas a lo largo del año se ubican entre 10 y 15°C, lo que permite que este frutal pueda tener una correcta inducción floral. En esta región, la floración del mango suele iniciarse a partir del mes de marzo en que las temperaturas medias superan los 15,6°C, por debajo de este límite el polen se vuelve más estéril y pierde rápidamente su viabilidad. Además, la cantidad de frutos abortados se empieza a incrementar

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

notablemente desde este punto, pero el cuajado suele iniciarse en el mes de abril, con unas temperaturas algo mayores.

4.3. Precipitación y humedad

En la zona elegida para establecer esta plantación, la precipitación efectiva total asciende a 210 mm aproximadamente, la mayor parte de la cual se concentra fuera del verano.

Con estos datos, se presupone que la instalación de un sistema de riego va a ser necesario para asegurar el correcto desarrollo y producción de este árbol. En la figura 3, anexa a continuación, se puede apreciar la variación de las precipitaciones y de la humedad relativa a lo largo del año.

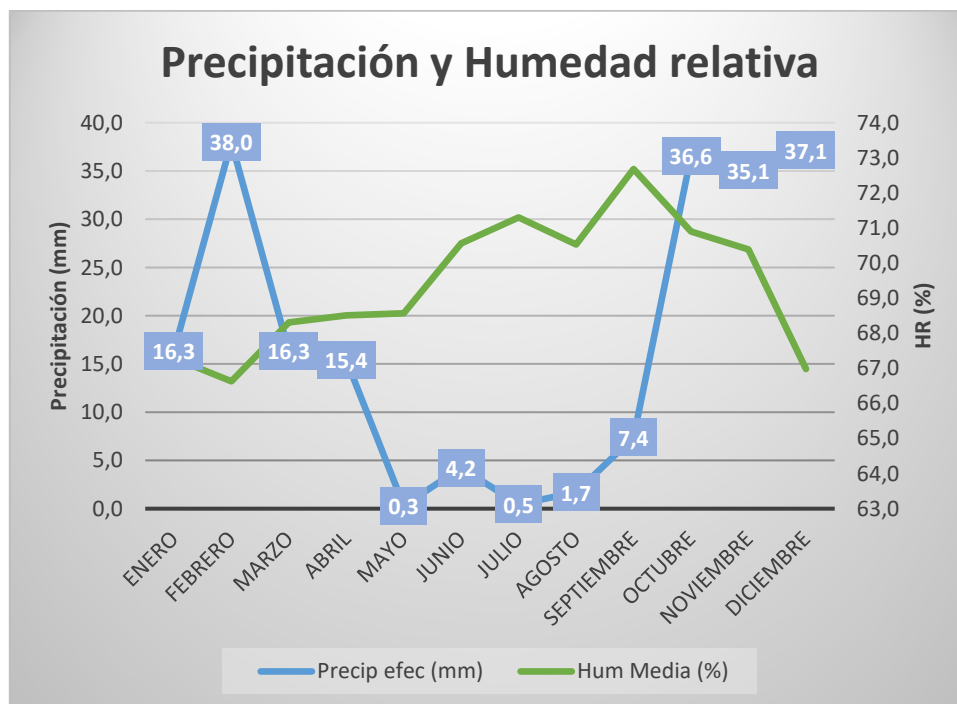


Figura 3 distribución de las precipitaciones y humedad relativa

El mango es un frutal que puede adaptarse a un gran rango de humedades y temperaturas. La distribución de las mismas va a influir también en el desarrollo de la cosecha y de la parte vegetativa.

Durante la floración (que sucede durante el mes de marzo) una precipitación excesiva provoca el arrastre del polen a la vez que desincentivar el vuelo de insectos polinizadores. Asimismo, durante el cuajado, una cantidad excesiva de humedad en el

suelo puede provocar el rajado de frutos. En el caso concreto de este emplazamiento, las precipitaciones son moderadas a partir del mes de marzo, pudiendo ser incluso necesario regar. Además, la estrategia de riego se ha moldeado para que durante el cuajado y engorde de frutos la reserva del suelo se mantenga en unos niveles bajos, fomentando cierto estrés en la planta a fin de asegurar la calidad de la cosecha.

Por otro lado, la humedad es un factor limitante solo durante la floración, en que unas humedades excesivamente bajas podrían secar el polen, haciendo inviable la fecundación. Pero teniendo en cuenta que el valor de humedad relativa se mantiene en un valor alto durante todo el año, no va a existir ningún tipo de limitación al respecto.

4.4. Otros condicionantes climáticos

-Viento: La exposición prolongada de estos árboles a vientos mayores de 20 km/h pueden causar daños en las hojas, flores o caída o rajado de frutos, especialmente cuando están próximos a su madurez, así como una reducción del cuajado por la pérdida del polen y menor tasa de vuelo de polinizadores. Unos vientos excesivos pueden también incrementar la incidencia de mancha negra bacteriana. Por lo general, en la zona del estudio, las velocidades medias se encuentran dentro del rango de tolerancia de esta especie, pero la dirección del viento (de componente oeste-noroeste) va a definir la posición de colocación de tutores. En la tabla 2, adjunta a continuación se podrán apreciar los parámetros del viento típicos en esta zona.

Mes	Vel Viento (m/s)	Vel Viento (Km/h)	Dir Viento (º)	Vel Viento max (m/s)	Vel max Viento (Km/h)
Enero	1,16	4,18	239,83	8,98	32,31
Febrero	1,35	4,86	247,22	9,91	35,69
Marzo	1,38	4,97	239,66	10,76	38,75
Abril	1,37	4,93	143,74	9,44	33,97
Mayo	1,56	5,62	30,53	9,23	33,24
Junio	1,72	6,19	41,04	9,07	32,64
Julio	1,84	6,62	47,06	8,88	31,97
Agosto	1,5	5,40	39,37	8,43	30,35
Septiembre	1,22	4,39	118,41	7,42	26,70
Octubre	1,06	3,82	247,92	8,64	31,09
Noviembre	1,19	4,28	240,01	8,77	31,56
Diciembre	1,07	3,85	296,19	8,79	31,65

Tabla 2 resumen de parámetros del viento en la zona de estudio

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

-Radiación: La radiación en esta zona evoluciona a la par con la temperatura, con máximos en verano y mínimos en invierno. La duración del día no tiene efecto probado sobre la floración o cuajado, más allá de que esta define la producción potencial de fotoasimilados, necesarios para el desarrollo y crecimiento de la planta.

-Granizo: En caso de granizada, con frutos en el árbol, se podría producir una caída y/o rajado de los mismos, en función de la gravedad de esta precipitación. En la zona del proyecto no se han registrado este tipo de precipitaciones en los años del periodo climático estudiado, por lo que no se considera necesario tomar medidas al respecto.

5. Condicionantes edáficos y físicos del emplazamiento

La zona elegida para el desarrollo de este proyecto destaca por estar compuesta por bancales, muchos de los aquí presentes poseen tierras que han sido transportadas desde lugares altos de la montaña para poder tener un suelo más fértil y profundo. Es por ello que la determinación de horizontes dentro de la zona de estudio se ha hecho bastante difícil.

5.1. Propiedades físicas del suelo

El comentario sobre las propiedades de este suelo se va a efectuar en base a un análisis de una serie de muestras del suelo que se encargó al cabildo de la Palma. Los resultados de los mismos pueden verse en la tabla 3, adjunta a continuación.

pH	%MO	P ₂ O ₅ (ppm)	Complejo de cambio (meq/100 gr)				CE (sat) dS/m	% SAT	Granulometría (%)			D.A. gr/cm ³
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺			AC	Ar	Lm	
7,4	3,0	128	16,9	3,9	9,0	0,91	0,75	43	31	32	37	1,02

Tabla 3 resumen de las propiedades del suelo del proyecto.

5.1.1. Profundidad

Se ha comprobado que la profundidad de los suelos del conjunto de parcelas del estudio supera de media los 80 cm, lo cual es suficiente para que los árboles de mango, con el vigor esperado, puedan desarrollarse.

5.1.2. Densidad aparente

La densidad aparente de este suelo también fue medida en laboratorio y se cuantificó en 1,02 gramos por centímetro cúbico.

5.1.3. Análisis textural

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Se efectuó un análisis de textura de todas las muestras recogidas, obteniéndose un valor medio de: limo con un 37%, seguido de la arena, con un 32% y arcilla, con un 31%. Con estos datos se deduce que este suelo presenta una textura franco arcillosa, la cual no es peligrosa para este cultivo pues permite cierto drenaje y sin causar serios problemas de encharcamiento. En la figura 4, adjunta a continuación, se puede apreciar la clase textural asociada a este suelo sobre el triángulo de texturas.

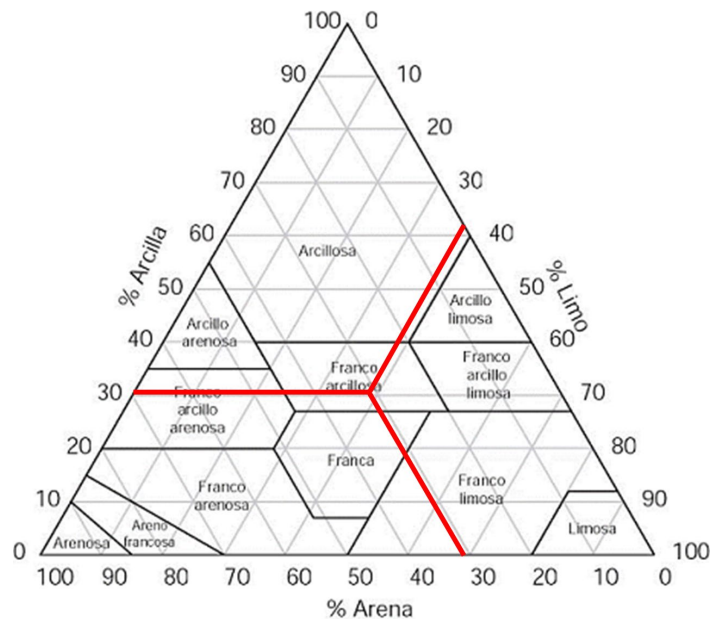


Figura 4 triángulo textural con los datos del suelo de la parcela del proyecto

El mango es un frutal que tiene una gran capacidad de adaptarse a muy diversos tipos de suelo, desde arcillosos a arenosos, por lo que en este lugar podrá adaptarse sin problema.

Empleando la granulometría del presente suelo, se ha determinado que la humedad volumétrica a capacidad de campo es un 39,49% mientras que la humedad del punto de marchitez es un 24,42%. Por último, el parámetro verdaderamente necesario para el riego es el agua útil (AU), este se calcula restando a la humedad en capacidad de campo la humedad del punto de marchitez permanente. Con esto queda que:

$$AU = 11 - PMP; AU = 39,49\% - 24,42\% = 15,07\%$$

Teniendo en cuenta que la profundidad del horizonte va a ser 80 cm, en términos absolutos, el agua útil se traducirá en 120,56 mm.

5.2. Propiedades químicas del suelo

5.2.1. pH

El pH medio del grupo de parcelas del presente proyecto es de 7,4, ligeramente mayor del rango recomendado para el cultivo de este frutal, que es de 5,5 a 7,0. Si bien hay que recalcar que las carencias del mango se empiezan a hacer patentes con valores superiores a 7,8. En base a esto, se concluye que este frutal podrá prosperar sin problema en este suelo, pero se deberá prestar atención a la fertilización de algunos micronutrientes.

5.2.2. Salinidad

El suelo de la zona de estudio tiene una salinidad de 0,75 dS/m, tal y como se puede apreciar en la tabla 3. Como se ha comentado anteriormente en este documento, el mango es capaz de tolerar hasta 1,5 dS/m sin pérdida muy elevada de rendimiento, por lo que este suelo es ideal para el establecimiento de este cultivo.

5.2.3. Materia orgánica

El mango es un frutal que no es especialmente exigente en materia orgánica, si bien, al igual que la mayoría de frutales, favorece su desarrollo radicular. Los análisis mostrados anteriormente concluyen que contenido en materia orgánica es elevado, por lo que no se ve necesario efectuar ninguna labor previa de enriquecimiento en dicho parámetro en este suelo.

5.2.4. Compuestos químicos del suelo

En la tabla 3, insertada al inicio de este punto, se mostró también el contenidos en las bases de cambio y del fósforo. En el presente apartado se pretende analizar si estos valores se hallan dentro de un rango de fertilidad o su contenido puede suponer algún impedimento para el desarrollo de la plantación que se quiere establecer. A continuación se analizará uno por uno estos elementos:

-Calcio: Las cantidades presentadas de calcio en el análisis equivalen a 3380 mg calcio/kg suelo (teniendo en cuenta la densidad del mismo). Lo que equivale a un nivel medio de fertilidad medio en el suelo. Para conocer en más detalle el cálculo de esta cantidad de calcio, consúltese punto 5.3.4. del anejo 2.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

-Magnesio: Las cantidades de magnesio expresadas en la tabla 3 equivalen a 468 mg Mg/ Kg suelo, lo que se traduce en un contenido muy alto de este nutriente lo que podría implicar algunos problemas de disponibilidad de algunos nutrientes por antagonismos.

-Potasio: Las concentraciones de potasio mostradas en el análisis, que equivalen a 3510 miligramos de potasio cada kilo de suelo, se puede concluir que este suelo tiene un contenido de potasio “muy alto”, lo que impide que el efecto antagonista del magnesio sea tan grave.

-Fósforo: En el caso de los análisis efectuados, el fósforo se cuantificó por el método Olsen. En este caso, el contenido mostrado en los análisis equivale a 27,94 ppm de fósforo elemental lo que equivale a un nivel medio de fertilidad de este nutriente.

-Sodio: En base a los resultados de los análisis, el único factor a tener en cuenta con el sodio es el porcentaje de sodio intercambiable (PSI). El PSI en este suelo es un 1,27%, lo que representa un porcentaje muy bajo.

5.3. Condicionante topográfico

La característica geomorfológica más destacable de este conjunto de parcelas es que se hallan en la ladera este de la isla de La Palma. La pendiente media de este terreno es de un 12%. Una parte de esta se encuentra amortiguada gracias a bancales previamente existentes, que constituyen gran parte de este terreno, a la vez que hay zonas que no cuentan con ningún tipo de elemento que alivie esta inclinación del terreno.

En los planos 2.2. y 2.3 se podrá apreciar la distribución de los bancales y la variación de altitud en el emplazamiento elegido respectivamente. Los bancales existentes en este terreno tienen una anchura que oscila entre 12 y 30 metros, la altura media de los mismos es de aproximadamente 1,2 m.

El perfil altimétrico de este conjunto de parcelas destaca por no presentar unas grandes irregularidades, asemejándose a un plano liso inclinado, con la línea de pendiente perpendicular al océano. La diferencia de altura, desde su mayor elevación (78 msnm) hasta su cota más baja (20 m) es de 58 metros en su sección longitudinal.

En lo que respecta a su sección transversal, si bien es verdad que la variación de altitud es menor, esta debe tenerse en consideración. Por lo general, en cada uno de los planos que se pueden efectuar paralelos a la línea de costa, se encuentra que el denominador común

es que el camino que divide la zona del proyecto en dos mitades destaca por ser el de mayor altura, tendiendo a reducirse esta según se aproxima hacia los extremos de la parcela, siendo esta diferencia de altura algo mayor en la zona norte, que limita con el barranco de Punta Sancha. En el plano 2.3 se resume el perfil altimétrico clásico tanto longitudinal como transversal a fin de ayudar a comprender la magnitud de las características de la zona seleccionada

6. Análisis del agua de riego

El análisis del agua fue proporcionado por la comunidad de regantes del municipio de Puntallana. Un resumen de la concentración de los principales cationes puede verse a continuación en la tabla 4.

CATIONES			ANIONES		
Molécula	ppm	meq/L	Molécula	ppm	meq/L
Calcio (Ca^{2+})	2,3	0,12	Bicarbonato (HCO_3^-)	24,4	0,4
Magnesio (Mg^{2+})	1,1	0,09	Cloruro (Cl^-)	10,8	0,3
Sodio (Na^+)	6	0,26	Sulfato (SO_4^{2-})	0	0
Potasio (K^+)	3	0,07	Fosfato (PO_4^{3-})	0	0

Tabla 4 resumen de los análisis del agua de riego obtenidos

El agua disponible para esta parcela procede de la balsa de Manuel Remón, ubicada al oeste del casco urbano del municipio, a 350 msnm. Esta es gestionada por la comunidad de regantes de Puntallana.

6.1. Salinidad

El agua de riego analizada tenía una conductividad eléctrica de 0,085 dS/m, valor que dista mucho de los límites máximos que el mango puede tolerar, estimados en 1,5 dS/m. En base a esto, se puede concluir que esta agua de riego no va a dificultar el desarrollo de esta plantación. Si bien hay que destacar que los cationes aportados por el riego serán tenidos en cuenta en el plan de fertilización.

6.1. Análisis de los iones

Los iones más abundantes, cuyas concentraciones han sido mostradas en la tabla 4 van a ser comentados individualmente. Además de los aquí mostrados, otros cationes, en muy baja concentración fueron también registrados.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

-Cloruros: En el agua analizada, las concentraciones de cloruros son de 10,8 ppm. Los mangos habitualmente toleran hasta 200 ppm de cloruros disueltos en el agua de riego, con lo que habrá ninguna limitación por el empleo de esta agua.

-Sodio: El parámetro que mejor mide el daño potencial que el sodio puede provocar es el SAR (relación de adsorción de sodio). En el caso del agua que se quiere emplear para riego, este parámetro se cuantifica en 0,802. Según la clasificación Riverside, resumida en la figura 5 anexa a continuación, se muestra una gráfica que sirve como guía para clasificar el agua, en la misma.

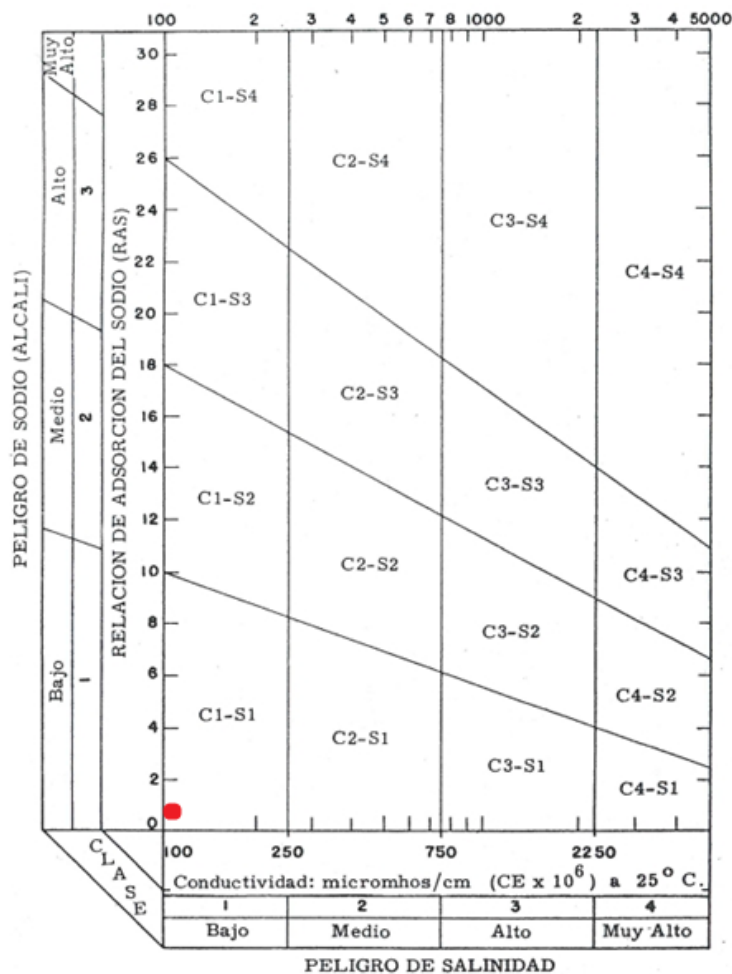


Figura 5 Clasificación de esta agua según normativa de Riverside

En base a esta normativa, esta agua se clasifica, por una lado como C1-S1 siendo su uso limitante en suelos de muy baja permeabilidad. En base a la clasificación textural del suelo, se ha estimado que la capacidad de infiltración de este suelo es lenta, pero no es excesivamente lenta, por lo que el uso de la misma no se traducirá en unos resultados negativos.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

-Calcio, potasio y magnesio: El contenido de ambos sirve en este análisis como finalidad matemática para el -Bicarbonatos: El principal problema de los bicarbonatos es la obturación de los goteros. Nakayama (1982) estimó que el riesgo de obturación era nulo con concentraciones inferiores a 1,5 meq/l de bicarbonatos. Dado que en el agua que se quiere emplear, estos se hallan en una concentración de 0,4 meq/l, no existe riesgo alguno.

-Otros metales disueltos: plomo (Pb) con una concentración de 0,791 ppm, seguido de cromo (Cr), con una concentración de 0,075 ppm y de cinc (Zn), con una concentración de 0,04 ppm. Todos estos valores se encuentran por debajo de los límites para las aguas de riego (NOM, 1993).

Se detectaron trazas (< 0.04) ppm de B, Cu, Fe, Mn, Hg, Mo, Pd y Se. Las cantidades de estos son demasiado pequeñas para ser tenidas en cuenta ya que no representan amenaza alguna ni para el cultivo ni para la salud humana.

7. Elección de alternativas

7.1. Elección de las variedades

Las variedades disponibles en vivero y más cultivadas en las Islas Canarias, junto con sus principales características se pueden apreciar a continuación en la tabla 5.

VARIEDAD	RESISTENCIAS CONOCIDAS	ÉPOCA DE MADURACIÓN	COLOR	CALIDAD GUSTATIVA
Tommy atkins	Antracnosis (R)	Temprana-media	Piel: Rojo	Aceptable
	Aborto del embrión (R)		Pulpa: Naranja	
	Mancha bacteriana (MS)			
	Descomposición interna (MS)			
Lippens	Antracnosis (MS)	Media-tardía	Piel: verde-naranja	Buena
	Descomposición interna (M)		Pulpa: Naranja	
Osteen	Descomposición interna (MR)	Media-tardía	Piel: verde-naranja	Buena
	Aborto del embrión (R)		Pulpa: Naranja	
Isis	Aborto del embrión (M)	Media	Piel: Rojo-anaranjado	Excelente
	Descomposición interna (R)		Pulpa: Naranja	
	Antracnosis (M)			
Keitt	Descomposición interna (MR)	Media	Piel: verde-naranja	Muy buena
	Aborto del embrión (MR)		Pulpa: Naranja	
	Antracnosis (M)			

Tabla 5 variedades más cultivadas en canarias junto con sus características

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

En la mencionada tabla, en el apartado de “resistencias conocidos” se adjunta entre paréntesis el grado de resistencia que este cultivar posee a diversas enfermedades. En ellos se pueden apreciar las siguientes abreviaturas: R (resistente), MR (muy resistente), MS (muy sensible), R (tolerancia moderada).

De todas estas variedades aquí mostradas se han elegido: Isis y Keitt.

Esta primera tiene un rendimiento bastante elevado así como una baja disposición a sufrir la descomposición interna de la fruta y cierta resistencia a la antracnosis. Tiene una calidad gustativa excelente.

La variedad ‘Keitt’ es muy poco propensa a sufrir, tanto el aborto del embrión como la descomposición interna del fruto, teniendo una resistencia similar a la antracnosis que la anterior. Por contraparte tiene un rendimiento menor.

7.2. Elección del portainjerto

Los porta injertos elegidos son:

-Gomera-1: Tiene la ventaja de resistir la salinidad hasta unos valores moderados, con aguas de riego de hasta 1,5 dS/m sin tener una muy excesiva caída de producción. Garantiza cierto poder enanizante, pero sin mucha diferencia respecto a patrones similares. Es más apropiado para climas cálidos. Por contraparte, no garantiza la homogeneidad de los cultivares injertados como portainjertos similares. Se injertará sobre este la variedad ‘Keitt’.

-Gomera-3: Muestra una mayor tasa de homogeneidad en el desarrollo de las variedades respecto a su homólogo, también garantiza cierto poder enanizante, en unas medidas similares al anterior. A diferencia del anterior, este tiene una resistencia a la salinidad algo menor pero es más resistente al frío. Se injertará sobre este la variedad ‘Isis’.

La variedad ‘Isis’ tiene un porte relativamente vigoroso respecto de las condiciones de crecimiento en canarias, en base a esto, y siguiendo las recomendaciones de cultivo para árboles con este crecimiento, el marco de plantación elegido para esta variedad será de 4X4m.

La variedad ‘Keitt’, por su parte, destaca por tener un crecimiento bastante más escaso, por lo que el marco de plantación para esta será menor, de 3X2 m (distancia de calle X distancia entre árboles).

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

La distribución de estas variedades se podrá apreciar en el plano de plantación.

7.3. Otras características de la plantación

7.3.1. Poda de formación

La forma de poda elegida para la formación de árboles va a ser en vaso, en que a cada árbol se le dará un tratamiento individualizado. Esta poda se llevará a cabo durante los tres primeros años. El procedimiento para conseguir la misma queda detallado en el anejo III, punto 3.

7.3.2. Elección de plantas

Las plantas que futuramente se establecerán en este emplazamiento van a ser compradas en vivero ya injertadas.

Las plantas serán traídas de vivero en cepellón, ya que de esta manera resulta más barato. Se intentará que las mismas sean implantadas en el terreno el mismo día en que son traídas

7.3.3. Elección del sistema de riego

Como se podrá apreciar en puntos posteriores de este documento, dadas las necesidades hídricas de evapotranspiración, que resultan muy superiores a las precipitaciones, se va a hacer necesaria la instalación de un sistema de riego.

En el caso concreto que aquí se trata, se va a optar por un sistema de riego localizado con goteros como emisores.

En el grupo de parcelas existen actualmente varias balsas de riego. De ellas, solo las dos balsas centrales se conservarán para el actual proyecto. Estas serán empleadas para el riego de toda la plantación. El resto de depósitos se van destruir ya que se pretende que el sistema de riego esté lo más unificado posible.

Dado que el conjunto de parcelas que abarca este proyecto se sitúa sobre un talud, la presión que en este sistema de conducciones se va a alcanzar será muy variable, por lo que se va a hacer necesario colocar reguladores de presión en las tuberías secundarias a fin de conseguir una presión mucho más uniforme en el conjunto de parcelas así como emplear emisores autocompensantes.

7.3.4. Manejo del suelo

Para el caso concreto de esta plantación, teniendo en cuenta el contexto de escasez de agua, se debe descartar la posibilidad de introducir cultivos asociados o de dejar una cubierta vegetal viva todo el ciclo del cultivo. Por ello, se va a optar por efectuar un pase de desbrozadoras cada cierto tiempo de tal manera que se eliminarán las malas hierbas del suelo.

8. Labores de establecimiento de la plantación

8.1. Preparación del terreno

En el conjunto de parcelas elegido para este proyecto existen terrenos con muy diversas ocupaciones, con lo que los tratamientos que estas recibirán variarán.

8.1.1. Estructuras de protección

En el presente emplazamiento, existen 3 hectáreas con cultivos de platanera bajo estructuras de protección. En primer lugar se efectuará el levantamiento de las plantas de plátano que existen a la vez que el sistema de riego instalado en las mismas, de tipo aspersión, finalizada esta actividad se desmontarán las estructuras de protección por un equipo profesional, eliminando los residuos generados posteriormente. Tras esto, el terreno estará listo para el subsolado.

8.1.2. Platanera al aire libre

Se eliminarán las plataneras, así como los hijuelos producidos por las mismas una vez se haya finalizado la última cosecha. Tras esto se eliminará el sistema de riego ya existente. El terreno, después de estas labores, quedará disponible para el pase de un subsolador.

8.1.3. Construcciones y depósitos

De todos los depósitos de agua existentes en el terreno se eliminará el que se encuentra en la parte más septentrional, este lo será mediante maquinaria apropiada para esta labor.

Salvo un único almacén, que se prevé emplear para maquinaria, ubicado en la zona noreste junto con el que actualmente se encuentra al lado de la balsa que se empleará como caseta de riego para el equipo de fertilización e impulsión, el resto de construcciones serán demolidas. Los cambios previstos se pueden apreciar con mucho

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

más detalle en el apartado planos, comparando el plano de situación actual: elementos con el de plantación, que posee todas las estructuras definitivas.

8.1.4. Zonas abandonadas

Estas zonas que suman un total de 3ha de superficie, en que hay vegetación herbácea y arbustiva serán desbrozadas. Esta será la única actuación diferente que se efectuará. Tras esto, al igual que en resto de terrenos, se va efectuar un pase de subsolador. Este se llevará a cabo en el mes de agosto, coincidiendo con la mínima humedad del suelo.

8.1.5. Adecuación del suelo para el establecimiento de árboles

Una vez se hayan finalizado todas las labores anteriormente mencionadas en cada uno de los terrenos se va a realizar un subsolado en todo el terreno destinado a este proyecto. Esta labor se va a realizar siguiendo las curvas de nivel y con una única dirección, sin hacer cruces entre los pases.

Tras esto, se efectuará un pase con grada de discos, una vez se haya finalizado la fertilización de fondo a base de superfosfato de cal, anteriormente descrita.

8.2. Plantación

El replanteo y marqueo se efectuarán de una manera totalmente digital (mediante el uso de GPS de alta precisión) debido a que este terreno es muy heterogéneo y se necesita mucha precisión. Las líneas de plantación se han dispuesto paralelas a las curvas de nivel.

Una vez se hayan colocado estacas sobre el terreno con la ubicación de los futuros árboles, una barrena ahoyadora va a ocuparse de efectuar de manera individualizada cada uno de estos agujeros, los cuales tendrán una profundidad de 0,4 a 0,5 metros y un diámetro estimado de 0,6 m. Tras esta máquina un operario descompactará las paredes con una azada.

Los hoyos se abrirán unos días antes de que los árboles se instalen en ellos. Estos serán traídos de vivero en cepellón, que se colocarán en los lugares habilitados para ello de manera manual, posteriormente se efectuará un riego para favorecer su asentamiento y desarrollo radicular.

Una vez terminada esta operación, se podrá iniciar el entutorado. El tutor deberá colocarse en la zona sureste respecto del mango, de tal manera que actúe como sujeción

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

frente a la fuerza del viento dominante. La atadura entre ambos será de un material de goma elástica y resistente.

9. Instalación del sistema de riego

La instalación del sistema de riego consta fundamentalmente de dos fases: instalación de las tuberías primarias, secundarias y terciarias, junto con el cabezal de riego, y en una segunda fase en que se instalarían las tuberías portagotos.

9.1. Primera fase

Estas labores deberán realizarse una vez se haya finalizado el subsolado del terreno y antes del establecimiento de la plantación. Por lo general, toda esta instalación se hará subterránea y a máquina (salvo en aquellas zonas en que las conducciones se vean obligadas a atravesar los bancales, en que la mayor parte de las actividades se efectuarán de manera manual). El sistema de válvulas que se necesita en esta plantación también será instalado en esta misma fase.

El cabezal de riego puede ser instalado en cualquier momento mientras se esté instalando las conducciones principales y secundarias, pero deberá estar plenamente operativo el día que se quiera instalar las tuberías portagotos. En este proceso no es necesario ni construir una caseta, al estar ya presente en el terreno, así como ser innecesaria la instalación de nuevos equipos eléctricos al existir ya tomas de corriente en la misma caseta.

El cabezal de riego va a estar compuesto por:

- Equipo de impulsión: Estará formada por dos bombas de funcionamiento independiente para el riego de cada una de las variedades. Para la variedad 'Isis' se instalará un grupo de presión de agua, de caudal variable entre 20 y 30 metros cúbicos por hora y con una presión de funcionamiento de 16,5 mca y una potencia de 2,6 KW. Para la variedad 'Keitt' se instalará un grupo de presión con altura de trabajo variable entre 10 y 40 mca y con un caudal de trabajo entre 6000 y 8000 litros hora de 1,1 kW de potencia.
- Filtro de mallas: Con una conexión de 3'' sujeto con brida, con caudal nominal de 45 m³/h y una superficie de filtrado de 0,72 cm².
- Equipo de fertirriego: Se inyectará un equipo de inyección de fertilizantes después del filtro de arena que asegure un correcto suministro de nutrientes al cultivo.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

-Filtro de arena: El filtro será de fibra de vidrio reforzada con resina de poliéster, de 900 mm de diámetro, con salida de 3", caudal de 30 m³/h y presión máxima de trabajo de 2,5 bar

9.2. Segunda fase

Esta segunda fase va a consistir en la instalación de las tuberías portagotos en las propias líneas de la plantación. Este proceso será llevado a cabo una vez que los árboles estén ya sobre el terreno.

La colocación de estas tuberías será plenamente manual para evitar dañar los árboles, una vez finalizada, se hará un prueba del sistema de riego.

10. Programación de las actividades

En el anejo VIII del presente proyecto se han desarrollado una serie de cálculos del tiempo necesario para llevar a cabo las obras de establecimiento de esta plantación así como la extensión que tendrían a lo largo del tiempo, en función de las jornadas laborales.

La labor que fundamentalmente definirá todas las demás es la plantación en sí. Debido, en primer lugar, a que debe estar establecida antes de unas fechas determinadas y también porque la instalación de la misma necesita de que otras actividades se hayan completado previamente.

Por otro lado, antes de que se inicie el ahoyado se debe haber instalado ya todas las tuberías terciarias y el subsolado debería coincidir con la época más seca del año.

Un esquema de duración de las operaciones se puede apreciar en tabla 6, anexa a continuación.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1		Desmantelamiento estructuras	177 horas	mié 13/07/22	vie 12/08/22	5FF
2		Demoliciones	12 horas	mié 10/08/22	vie 12/08/22	5FF
3		Desbroce (zonas abandonadas)	106 horas	mar 26/07/22	vie 12/08/22	5FF
4		Eliminación plataneras	196 horas	jue 07/07/22	mié 10/08/22	5CF-1 día
5		Subsolado	5,6 horas	jue 11/08/22	vie 12/08/22	6CF-4 días
6		Pase de Gradas	5,1 horas	jue 18/08/22	jue 18/08/22	7CF-2 días
7		Abonado de fondo	4,4 horas	lun 22/08/22	mar 23/08/22	8CF-3 días
8		Replanteo y marqueo	8,8 horas	vie 26/08/22	lun 29/08/22	9CF
9		Apertura de hoyos	54,8 horas	lun 29/08/22	mié 07/09/22	10CF-10 días;11C
10		Plantación variedad 'Isis'	21,9 horas	mié 21/09/22	vie 23/09/22	
11		Plantación variedad 'Keitt'	20,4 horas	mié 21/09/22	vie 23/09/22	
12		Instalación tubería secundaria y principal	30,25 horas	mar 23/08/22	lun 29/08/22	13CF
13		Instalación tubería terciaria (ambas variedades)	16 horas	lun 29/08/22	mié 31/08/22	8
14		Instalación tuberías laterales (ambas variedades)	107,2 horas	mar 27/09/22	vie 14/10/22	11FC+1 día;10FC+1 día
15		Instalación electroválvulas y de control de presión	5,1 horas	vie 26/08/22	lun 29/08/22	12FF
16		Instalación de cabezal de riego	18 horas	mar 23/08/22	jue 25/08/22	12FF-2 días
17		Instalación de sensores y otros elementos	3 horas	vie 26/08/22	vie 26/08/22	12FF-1 día

Tabla 6 relaciones de precedencia y duración de las actividades

Para determinar el calendario de obras, se ha propuesto la finalización de las mismas el día 23 de septiembre, si bien hay que recalcar que con este fecha hay relativa flexibilidad.

Por otro lado, en la figura 9, anexa a continuación, se va a mostrar un diagrama de Gantt que muestra de una manera más gráfica las relaciones que hay entre las diversas actividades así como su duración en el tiempo.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)



Figura 6 Diagrama de Gantt del proyecto

11. Manejo de la plantación

11.1. Poda

11.1.1 Poda de formación

La poda de formación se realiza una única vez al año y siempre a finales del verano, se efectuará esta labor desde el primer año hasta el tercero.

11.1.2. Poda de fructificación

Esta labor se debe efectuar una vez se haya finalizado la recolección, la cual varía según las variedades elegidas. Esta poda se iniciará en la variedad 'Isis' coincidiendo con la recolección de la otra variedad para posteriormente continuar con esta. Por lo general, esta se iniciaría a mediados o finales del mes de octubre

11.2. Riego

En el emplazamiento elegido, las precipitaciones medias no son suficientes para cubrir con las necesidades hídricas de este frutal, por lo que el resto del agua que necesite va a ser aportada por el sistema de riego.

Durante los años de formación, las necesidades hídricas van a ser menores que los meses en que el árbol esté en proceso de formación. La estrategia de riego en este periodo será la de reponer el agua que haya perdido el árbol, manteniendo la reserva en el suelo cerca de la capacidad de campo.

Dado que el desarrollo vegetativo que poseen ambas variedades va a ser diferente, se han hecho los ajustes necesarios para el cálculo de las dosis de riego de las mismas. Estas pueden ser observadas con más detalle en el anejo V.

Se considerará que el árbol ha alcanzado su tamaño definitivo a partir del cuarto año, a partir del cual las necesidades hídricas se van a suponer constantes. Un resumen de las necesidades brutas de riego (NB) se recoge en la tabla 7, adjunta a continuación para el caso de ambas variedades, tanto en su edad adulta como durante su formación.

A partir del cuarto año (una vez haya entrado el árbol en producción) la estrategia de riego cambia. En ambas variedades se aplica el mismo criterio, pero debido a que cada una de ellas no presenta la misma tasa de evapotranspiración los consumos de agua y sus calendarios de riego variarán.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Mes	Variedad 'Keitt' NB por año				Variedad 'Isis' NB por año			
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4 y sucesivos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4 y sucesivos
Enero	-15.03	-8.74	-0.77	4.56	-13.57	-5.50	4.73	11.56
Febrero	-40.90	-33.44	-23.97	-17.65	-39.16	-29.59	-17.44	-9.34
Marzo	-11.46	-0.79	12.74	21.77	-6.93	9.25	29.76	43.45
Abril	-6.96	7.75	26.40	38.85	-2.35	17.98	43.75	60.95
Mayo	14.14	31.81	54.21	69.17	19.59	43.87	74.66	95.21
Junio	10.58	29.81	54.20	70.48	15.05	39.73	71.01	91.90
Julio	18.53	41.72	71.12	90.75	23.92	53.67	91.39	116.57
Agosto	15.72	37.38	64.84	83.17	20.76	48.55	83.77	107.29
Septiembre	3.53	18.95	38.50	51.56	7.12	26.90	51.98	68.73
Octubre	-34.64	-21.72	-5.35	5.58	-35.27	-23.12	-7.72	2.56
Noviembre	-37.73	-30.80	-22.02	-16.16	-36.12	-27.23	-15.97	-8.45
Diciembre	-40.71	-34.31	-26.19	-20.77	-39.22	-31.01	-20.60	-13.65
Necesidad real de riego	62.49	167.42	322.00	300.00	86.44	239.95	446.32	465.10

Tabla 7 resumen de necesidades brutas de riego (mm) por año y variedad

En época de producción, durante la floración y crecimiento vegetativo se va a intentar mantener el suelo a capacidad de campo, con un déficit hídrico acumulado máximo de 20 mm. Mientras el árbol esté en fase de cuajado y engorde de frutos la humedad en el suelo se va a mantener en niveles volumétricos de entre 30 y 60 mm del agua útil. El motivo de esta elección es el sometimiento al árbol a unas ligeras condiciones de estrés a fin de que los frutos tengan una mayor calidad. Al finalizar la campaña se dará un último riego en cada una de las variedades para ayudar a que el suelo se encuentre a capacidad de campo al inicio del siguiente año y completar el calendario de fertilización. El calendario de riegos para cada una de las variedades en estado adulto, junto con las dosis a aplicar se pueden apreciar a continuación. Para más detalles de los cálculos consúltese punto 2.3 del anejo V.

En la tabla 8 (esto lo tendré que cambiar), adjunta a continuación, se muestran el calendario con los días en que se va a regar cada variedad, así como la dosis de riego de cada jornada.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Mes	Keitt	Isis
Marzo	-	16 (20 mm)
Abril	2, 17 (20 mm)	27 (30 mm)
Mayo	- Sin riego	10, 22 (30 mm)
Junio	10, 26 (30 mm)	1, 13, 25 (30 mm)
Julio	9, 22 (30 mm)	5, 15, 25 (30 mm)
Agosto	3, 17, 31 (30 mm)	4, 15, 26 (30 mm)
Septiembre	20 (30 mm)	7, 23 (30 mm)
Octubre	15-20 (20 mm)	15 (25,1 mm)

Tabla 8 Calendario y dosis de riego de cada mes

11.3. Fertilización

El plan de fertilización del mango en esta plantación va a tener dos fases: del año 1 al 3, coincidiendo con su etapa de formación y desde el cuatro año en adelante, durante la producción del mismo.

Durante la fase de formación del árbol, este va a demandar especialmente nitrógeno. El ritmo de absorción de los nutrientes es directamente proporcional a la actividad metabólica del árbol, siendo esta máxima en los meses de verano tal y como se aprecia en la figura 7, adjunta a continuación.

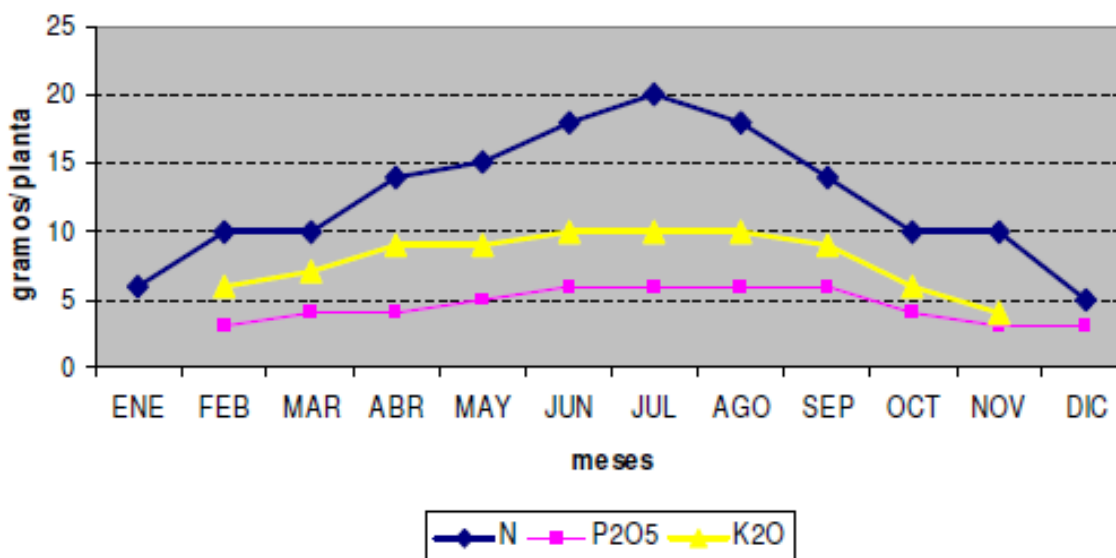


Figura 7 Distribución recomendada de la aplicación de nutriente para mango en canarias en época de formación. Fuente: Modesto Hernández (2020)

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

En el caso de la fertilización durante la formación, es altamente probable que solo una parte del fertilizante pueda ser aportada mediante el riego, debido a que las necesidades hídricas de la planta son menores, por lo que el aporte de estos nutrientes se efectuará mediante abonado el suelo o de tipo foliar. En lo que respecta a las necesidades de fertilizantes también son diferentes según la edad del árbol.

Los abonos que, en principio se propone emplear son fosfato de amónico y nitrato amónico de tal manera que las necesidades de nitrógeno y fósforo quedarían cubiertas. Las cantidades aplicadas a cada variedad por año pueden verse en la tabla 9, adjunta a continuación. Las cantidades van a variar debido a que el desarrollo de los árboles es diferente en las variedades elegidas.

	Variedad 'Isis' kg/ha		Variedad 'Keitt' kg/ha	
	Fosfato di amónico	Nitrato amónico	Fosfato di amónico	Nitrato amónico
Año 1	27,2	93,2	24,25	83
Año 2	47,5	160	42.3	145
Año 3	68	230	60.4	207

Tabla 9 necesidades de fertilizante en periodo de formación de árboles

Durante la etapa de producción de fruta, las necesidades de fertilización van a ser diferentes. En este caso, las necesidades de potasio son muy importantes, y teniendo en cuenta que en este suelo hay también un muy elevado contenido en magnesio, que es antagónico del potasio, se va a incluir la totalidad del potasio en el plan de fertilización.

Asimismo, en esta etapa, otros nutrientes como el calcio así como algunos microelementos empiezan a jugar un rol importante en el desarrollo de frutos y de la floración, por lo que deben incluirse en este plan de fertilización. Adicionalmente, el magnesio se omitirá del mismo porque su contenido en el suelo es extremadamente elevado.

En este periodo, se espera poder cubrir todo el plan de fertilización con el sistema de fertirriego, aunque es altamente probable que en algún momento de la plantación sea necesario aplicar abono foliar. También puede ser necesario, en caso de que un año sea muy lluvioso, aplicar parte de este fertilizante mediante maquinaria específica al suelo. Para hacer este programa de fertilización mucho más efectivo se va a llevar a cabo una serie de análisis foliares, al menos una vez al año (mes de mayo), a fin de detectar y

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

corregir carencias a tiempo así como posibles excesos de fertilización, que pueden tener un efecto muy perjudicial sobre la calidad de la cosecha.

Hay que recalcar que los cationes aportados en el agua de riego han sido tenidos en cuenta para este plan de fertilización. Las dosis de fertilizante de cada una de las variedades se pueden apreciar en las dos tablas adjuntas a continuación.

Nombre del fertilizante y dosis del mismo (Kg/ha)	Mes/es de aplicación
60 kg Nitrato de calcio 7,5 kg Nitrato de amonio (solo en primer riego) 50 kg de Sulfato de potasio 34,4 gr/ha de Nitrato de manganeso (100% del total) 123,2 gr/ha Bórax (100% del total)	Abril
75 kg de Sulfato potásico 19,5 kg de Fosfato tripotásico 54,5 gr/ha Sulfato de hierro (50% del total)	Mayo, junio y Julio
50 kg de Sulfato de potasio 11,60 kg de Fosfato tripotásico 54,5 gr/ha Sulfato de hierro (50% del total)	Agosto y septiembre
6,5 kg Nitrato de calcio 21,9 kg Sulfato potásico 52,5 kg de nitrato de amonio 4 kg de Fosfato tripotásico	Noviembre

Tabla 10 dosis y nombre de fertilizantes así como los meses de aplicación en la variedad 'Keitt'

Nombre del fertilizante y dosis del mismo (Kg/ha)	Mes/es de aplicación
77,97 kg Nitrato de calcio 23,08 kg de Fosfato tripotásico 10,78 kg de Sulfato de potasio 73,1 gr/ha de Nitrato de manganeso (100% del total) 231,6 gr/ha Bórax (100% del total)	Marzo
10 kg de nitrato de calcio (solo en el riego de abril) 276,2 kg de Sulfato potásico 55,5 kg de Fosfato tripotásico 231,6 gr/ha Sulfato de hierro (100% del total)	Abril a agosto
73,02 kg de Sulfato de potasio (primer riego) 13,61 kg de Fosfato tripotásico (primer riego) 15,6 kg de Nitrato amónico (último riego) 74,24 kg de nitrato de calcio (último riego)	Septiembre
84,1 kg de Nitrato de amonio 12,53 kg de Nitrato de calcio	Octubre

Tabla 11 distribución de la fertilización en la variedad 'Isis'

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Las dosis de los fertilizantes aquí calculadas, lo han sido teniendo en cuenta las necesidades del cultivo restando el aporte que se efectúa mediante el agua de riego.

El desglose efectuado por cada etapa responde a la variación de las necesidades de este frutal, en que el nitrógeno se debe aportar antes y después de la cosecha y cuajado de frutos, el potasio especialmente durante el cuajado y engorde. El manganeso y boro se debe aplicar especialmente durante la floración, ya que son esenciales en la misma y favorecer la aparición de flores hermafroditas. Dado que el suelo es bastante arcilloso se ha elegido un fertilizante que no posea una gran fracción en forma amónica, que puede fomentar un exceso de desarrollo vegetativo.

La dosis de fertilizante de cada periodo ha sido seleccionada teniendo también en cuenta la máxima cantidad del mismo que puede ser introducida en el agua de riego sin provocar daños por salinidad a la planta, y salvo indicación expresa, el monto total de abono mostrado en un determinado periodo se dividirá en una cantidad idéntica en cada uno de los riegos.

Los fertilizantes mostrados han sido elegidos principalmente por su alta solubilidad, ya que se ha mostrado el manejo de la nutrición vegetal en el supuesto de que se quisiese efectuar exclusivamente mediante el sistema de riego, pero en un contexto de años muy lluviosos o grandes déficit que pudiesen aparecer en la plantación, parte del mismo podría ser necesario de aplicar directamente al suelo o mediante aplicaciones foliares.

11.4. Manejo del suelo

El manejo que se va efectuar del suelo va a ser el pase de desbrozadoras dos veces al año, concretamente en los meses de marzo y mayo, de tal manera que la competencia que se genere sobre el cultivo durante el cuajado y el rendimiento sea lo menor posible y se mantenga cierta cubierta vegetal sobre el suelo, sin que se desarrolle excesivamente.

11.5. Plagas, enfermedades, desordenes fisiológicos y su control

11.5.1. Plagas

Las plagas que afectan más al mango en las islas Canarias se resumen a continuación en la tabla 12. En ella también se pueden apreciar los mecanismos de control que existen frente a las mismas. Para tener un mayor conocimiento de las mismas, consúltese el anejo V, punto 5.1.

Nombre común	Nombre científico	Control
Mosca de la fruta	<i>Ceratitis capitata</i>	Trampas Mc phail o empleo parasitoides como <i>O. humilis Silvestri</i>
Cochinilla de la nieve	<i>Aulacaspis tubercularis</i>	Aplicación productos a base de paratión en primavera o empleo <i>Encarsia citrina</i> (como parasitoides) o bien <i>Nephus peyerimoffii</i> (como depredador)
Trips	Géneros: <i>Frankiniella</i> y <i>Selenothrips</i>	Insecticida: Cipermetrin Depredadores: <i>Orius albidipennis</i>

Tabla 12 principales plagas del mango y su control

11.5.2. Enfermedades

El mango es un frutal bastante susceptible a muchas enfermedades fúngicas, las cuales son prevenidas mediante tratamientos periódicos al árbol, de tal manera que la incidencia de las mismas suele reducirse hasta el punto de tener una incidencia residual. En la tabla 13, adjunta a continuación se resumen las principales enfermedades del mango. Para más información consúltese el punto 5.2. del anejo V.

Nombre común	Agente causal	Control
Oidio	<i>Oidium magniferae</i>	Tratamientos preventivos una vez cada tres semanas desde que la inflorescencia cambia de color hasta fin cuajado a base de ciflufenamid, hidrogenocarbonato de potasio.
Antracnosis	<i>Colletotrichum gloesporioides</i>	Colocación de restos de poda lejos de los árboles, aplicación de fungicidas a base de maneb, hidróxido cúprico, oxiclورو de cobre, entre otros tras cuajado, al menos una vez.
Mancha negra bacteriana	<i>Alternaria alternata</i>	Tratamientos preventivos a base de fungicidas con materias activas como: difenoconazol, kresoxim-metil. Aplicar tres semanas antes de recolección.

Tabla 13 principales enfermedades del mango y su control

11.6. Recolección

11.6.1. Criterio de recolección

El criterio de recolección se puede establecer tomando múltiples variables, algunas de las cuales son muy subjetivas. Las más destacables son: aspecto externo, densidad específica, forma de la fruta, firmeza, color y grados brix. El criterio se elegirá en función de los requerimientos que exija el comprador en base al mercado de destino.

9.6.2. Modo de recolección

El fruto debe recolectarse en unas condiciones de temperaturas suaves (no extremas) evitando los días de precipitaciones. Se recomienda emplear envases de madera y

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

colocar una capa de papel entre las diversas capas de frutos para que el látex que estos exudan sea absorbido por los mismos y que los operarios no lleven guantes de tela, que junto con los exudados, pueden ser abrasivos para la piel del fruto.

Las épocas de recogida estimada para cada variedad son: ‘Isis’: Septiembre, ‘Keitt’: mediados de octubre a mediados de noviembre.

12. Presupuesto

El presupuesto es la suma del coste de todas las actividades implicadas para la culminación de este proyecto. En el documento IV se han detallado el coste de todas y cada una de las operaciones a llevar a cabo en esta plantación. Tal y como se aprecia a continuación, el desembolso total necesario es de 878912,68 euros.

Presupuesto de ejecución material (PEM)	690.263,63
13% de gastos generales	89.734,27
6% de beneficio industrial	41.415,82
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	821.413,72
7% IGIC	57.498,96
Presupuesto de ejecución por contrata con IGIC (PEC = PEM + GG + BI + IGIC)	878.912,68

A esta cantidad se le debería sumar los honorarios del proyectista y de la dirección facultativa (2% cada uno), así como el coste de las licencias de ejecución (0,5%). Con esto la inversión total inicial ascendería a 918463,75 €.

13. Estudio financiero

Aunque el documento del presente proyecto se ha centrado especialmente en cuestiones técnicas, este punto es quizás, el más importante, pues para que el/los promotor/es lleven a cabo un proyecto de estas magnitudes, deben tener la certeza de que es rentable, es por ello que a continuación, en las tablas 17 y 18 se recogen los gastos e ingresos del cultivo respectivamente. Para conocer con mayor detalle el origen de estas cálculos se deberá consultar el anejo IX del presente documento.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4 y sucesivos
Tratamientos fitosanitarios	6474	6474	6474	6474
Fertilización	482	850	1196	4810
Riego (total)	255	686	1319	1245
Poda	2797	5595	8392	7460
Recolección	-	-	-	18650
Otros	16250	16250	16250	16250
Suma total	26258	29855	33631	54889

Tabla 14 resumen de gastos de la plantación (total)

Variedad	Producción kg/ha	Precio percibido (€/kg)	Ingreso bruto (€/ha)	Superficie cultivada (ha)	Ingresos totales
Isis	34000	1,21	41140	9,36	385070,4
Keitt	18000	1,45	26100	2,94	76734
Total	-	-	-	12,3	461804,4

Tabla 15 resumen de los ingresos de la explotación

Estos datos se van a emplear para el cálculo de los parámetros que definen la rentabilidad de un proyecto: VAN, TIR, PAY-BACK y B/I. Para ello se necesita conocer los flujos de caja, mostrados a continuación en la tabla 17.

Años	Cobros	Pagos	Flujo
0	0	909626,4	-909626,4
1	0	26258	-26258
2	0	29885	-29885
3	0	33631	-33631
4 y sucesivos	461804,4	54884	406920,4

Tabla 16 flujos de caja de la explotación

Con estos parámetros se puede calcular ya los anteriormente mencionados.

VAN	TIR	B/I	Pay-back
4.632.778,93 €	22%	5,04	Año 6

Tabla 17 principales indicadores económicos

11.1. Conclusión de su viabilidad económica

La conclusión que se extrae, a la vista de los datos mostrados, es que el proyecto de plantación es rentable, y que garantizaría unos ingresos bastante elevados respecto a otras alternativas. La inversión efectuada se recupera relativamente rápido, en comparación con otras plantaciones, gracias a la rápida entrada de la misma, y la elevada TIR indica que es bastante resistente a los posibles cambios que pueda sufrir el

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

mercado. Con esto se concluye que es una alternativa muy remuneradora, que garantiza bastante seguridad de la inversión.

En Madrid a 7 de julio de 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sergio', written over a horizontal line.

Fdo.: Sergio Lozano Tórtola

El alumno del grado Ingeniería Agrícola



**Diseño y establecimiento de una plantación de
mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana
(La Palma)**

**DOCUMENTO I.
MEMORIA**

ANEJO I: ANTECEDENTES

Autor : Sergio Lozano Tórtola

Julio de 2022

Contenido

1. Historia y origen	4
2. Características botánicas.....	6
2.1. Introducción	6
2.2. Porte del árbol.....	6
2.3. Hojas.....	7
2.4. Inflorescencia	8
2.5. Fruto	9
2.6. Semilla	10
3. Extensión del cultivo	10
3.1. Introducción	10
3.2. Situación internacional del cultivo	11
3.3. Situación del cultivo a nivel europeo y español.	12
4. Situación actual de las parcelas del proyecto	14
4.1. Descripción de la zona de estudio.....	14
4.2. Estado actual de las parcelas	18
4.3. Infraestructura y construcciones actualmente existentes.....	19
5. Bibliografía	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 mapa con la distribución del número de especies del género magnifera descubiertas hasta la fecha. Fuente SK Mukherjee, 1972	4
Figura 2 mapamundi isotermas de 15°C en los meses más fríos en los respectivos hemisferios. Fuente: Hermoso González, J., 2018	5
Figura 3 Frutos más destacables de la familia Magnifera. Fuente SK Mukherjee, 1972.	6
Figura 4 Porte de un árbol de Mango. Rodríguez Cedillos et al, 2002	7
Figura 5 hojas jóvenes de mango de diversas variedades. Fuente ICIA	7
Figura 6 detalle de hojas adultas. Fuente ICIA	8
Figura 7 detalle de inflorescencia del mango. Fuente: ICIA.....	8
Figura 8 Detalle de la flor del mango. Fuente ICIA.....	9
Figura 9 fruto del mango junto con porciones partidas del mismo. Fuente: periódico “El economista”	10
Figura 10 detalle de la semilla del mango. Fuente: ICIA	10

Figura 11 imagen ilustrativa de la variación del consumo de mango de 2014 a 2018. Fuente: elaboración propia con datos del ministerio de consumo.....	11
Figura 12 evolución de la producción y superficie dedicada al cultivo de mango. Fuente: elaboración propia con datos de la FAO	12
Figura 13 distribución de la producción de mango por continentes. Fuente: elaboración propia con datos de FAO	12
Figura 14 distribución de la superficie dedicada al mango en España por provincias (porcentaje). Fuente: elaboración propia con los datos del ministerio de agricultura....	13
Figura 15 distribución de la producción nacional de mango por provincias. Fuente: elaboración propia con los datos del ministerio de agricultura.	14
Tabla 1 detalle de superficie de las parcelas implicadas ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 16 Delimitación de la zona del proyecto sobre ortofoto (Fuente: catastro)	17
Figura 17 imagen de una de las parcelas actualmente abandonadas. Fuente: Google maps.....	18
Figura 18 detalle de una de las zonas con estructuras de protección en la zona noreste de las parcelas. Fuente: Google earth.....	19
Figura 19 imagen del cultivo de platanera en una de las parcelas del proyecto con un aspersor en primer plano. Fuente: Google maps	20
Figura 20 detalle de los depósitos actualmente existentes. Han sido numerados conforme se irá comentando en este documento. Fuente: Ortofoto PNOA	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 detalle de superficie de las parcelas implicadas	15
--	----

1. Historia y origen

Según numerosos autores, como Kosterman y Bompard (1993), el mango (*Mangifera indica*) tendría su origen entre el sudeste asiático y más concretamente entre la India y Myanmar, donde todavía se puede encontrar en un estado silvestre. Esta área se caracteriza por tener un clima tropical e influencia de los monzones.

La mayoría de las especies del género *mangifera* provienen del sur y sudeste asiático, las cuales tienen en común la posesión de 20 cromosomas únicos. Si bien es cierto que la mayoría de las variedades de mango son monoembriónicas, también existen otras, especialmente en las regiones de origen que son poliembriónicas.

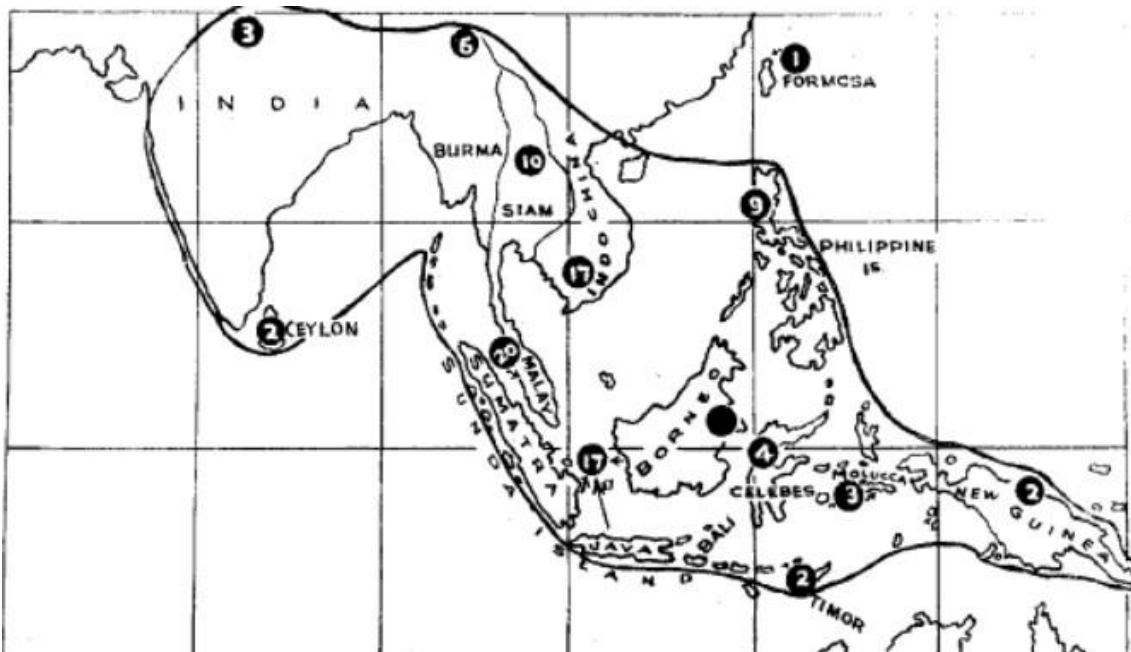


Figura 1 mapa con la distribución del número de especies del género *mangifera* descubiertas hasta la fecha. Fuente SK Mukherjee, 1972

Los mangos salvajes se caracterizan por tener un sabor muy ácido, un hueso muy grande así como por ser muy fibrosos. Contienen, además, gran cantidad de sustancias astringentes y resinas en la piel. Esta astringencia es característica de muchas especies salvajes que también son ampliamente consumidas en la actualidad. Se cree, gracias a los estudios genéticos efectuados en esta especie, que se pudo haber originado por una combinación de mutaciones e hibridaciones de especies del propia género *mangifera*.

Se tiene referencias del mismo en el folclore que datan de hace más de 4000 años. La expansión de este cultivo se inicio en las sociedades de la india mucho antes de la llegada de los anglosajones. Posteriormente se extendió a china, indochina y áfrica

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

oriental en el siglo X de gracias al imperio persa. Con la aparición de las rutas comerciales de las indias orientales, lideradas por Portugal, este cultivo se extendió en el siglo XVI a Filipinas, Sudamérica y África occidental (De Laroussilhe). Por otro lado, las expediciones de monjes indios parecen haber sido las responsables de la introducción de este cultivo en países como Tailandia, Indonesia y Malasia a lo largo del siglo 4 ac.

Los españoles también contribuyeron en la expansión del mango por América, pues transportaron pequeños árboles productores de Filipinas a México.

En Florida, EEUU, las primeras introducciones se realizaron con éxito a mediados del siglo XIX, procedentes de México, pero no fue hasta 1910, con la obtención del cultivar "Haden" cuando el cultivo comenzó a tener una relevancia comercial, siendo esta primero en Norteamérica y en el resto del mundo, posteriormente.

En la actualidad este cultivo se distribuye principalmente entre los 30° latitud norte y 30° latitud sur. Si bien puede desarrollarse en aquellos lugares en que las temperaturas no sean excesivamente bajas en invierno, con lo que se puede encontrar también en el sur peninsular, Sudáfrica o Israel.

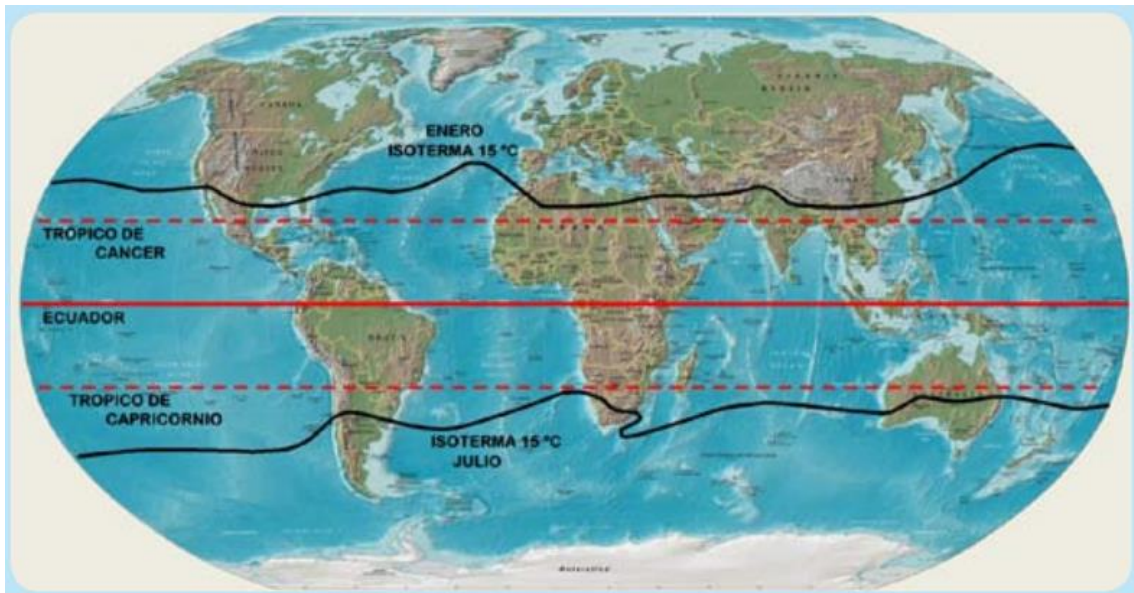


Figura 2 mapamundi isotermas de 15°C en los meses más fríos en los respectivos hemisferios. Fuente: Hermoso González, J., 2018

En el caso español, la introducción del mango en las islas canarias se estima en la segunda mitad del siglo XVIII, siendo introducido posteriormente en la costa tropical de Málaga-Granada entre 1950 y 1960.

2. Características botánicas

2.1. Introducción

El mango (*mangifera indica*) es una especie arborea frutal perteneciente al género *Mangifera*, dentro de la familia de las anacardiáceas (*Anacardiaceae*). Las plantas de este género se caracterizan por ser originarias de zonas selváticas de tierras bajas en las que debido a su gran altura (que puede llegar a ser de más de 30 metros) forman parte del dosel arbóreo en este tipo de hábitats.

La mayoría de las especies dentro de este género proceden de regiones del sur y sudeste asiático. Todas ellas poseen unas características morfológicas, como tener canales de resina y por su savia irritante e incluso venenosa. Los frutos de estas especies son muy similares, como puede verse a continuación en la figura 3. Si bien hay que destacar que la mayoría de las frutas de esta familia no son comestibles.

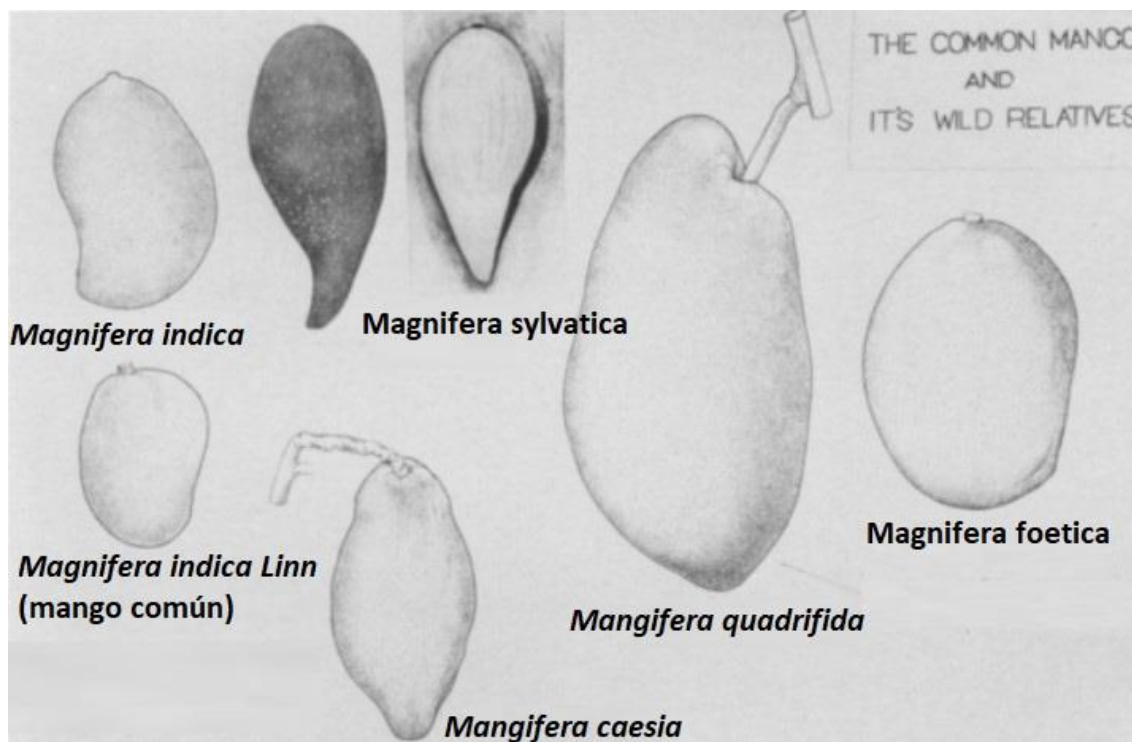


Figura 3 Frutos más destacables de la familia *Mangifera*. Fuente SK Mukherjee, 1972

2.2. Porte del árbol

El mango es un árbol que puede llegar a tener, en estado salvaje, hasta 20 metros de altura. Es un árbol de hoja perenne, con una copa redondeada. El sistema radicular puede llegar a tener fácilmente 8 metros de profundidad, este es de tipo pivotante, en que existe una raíz principal que se rodea de secundarias de mucho menor tamaño. La savia de este árbol, al igual que la de otros de su mismo género es irritante y puede

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

causar lesiones en la piel. El tronco principal del mango es recto y puede llegar a tener hasta 100 cm de diámetro. El tronco es de un color marrón grisáceo, que tiene grietas longitudinales, de las cuales puede emanar resina.



Figura 4 Porte de un árbol de Mango. Rodríguez Cedillos et al, 2002

2.3. Hojas

Las hojas se disponen de manera alterna formando una espiral alrededor de las ramas. Son pecioladas, con una longitud variable de peciolo y lampiñas en ambas caras. Las hojas suelen tener un intenso color rojizo o verde más claro que posteriormente se va oscureciendo, según las variedades.



Figura 5 hojas jóvenes de mango de diversas variedades. Fuente ICIA

Las hojas son lanceoladas de tamaño variable en su edad adulta que puede oscilar de 15 a 40 cm de longitud y de 2 a 10 cm. Son de color verde oscuro en haz y de color verde más claro en el envés. Las hojas tienen un borde liso y un nervio central muy robusto del cual pueden salir de 10 a 30 nervaduras laterales más finas. Las hojas emiten un olor

resinoso al triturarlas. El peciolo es redondo, tendiendo a engrosarse en la base.



Figura 6 detalle de hojas adultas. Fuente ICIA

2.4. Inflorescencia

Las flores se encuentran en panículas terminales muy ramificadas y tienen un aspecto piramidal que pueden llegar a tener de 6 a 40 cm de largo y de 3 a 25 cm de diámetro. Cada panícula puede poseer de 400 a 5000 flores, la mayoría de las cuales son masculinas (estaminadas). El raquis es normalmente de color rosado o morado.



Figura 7 detalle de inflorescencia del mango. Fuente: ICIA

Las flores son de color verde amarillento de 0,2-0,4 cm de largo y 0,5-0,7 cm de diámetro cuando están extendidas. Los sépalos suelen estar densamente cubiertos por pelos, son de forma ovalada y no están soldados. Los pétalos también son libres y son pubescentes.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Cada flor posee de cuatro a cinco estambres, de los cuales solo uno o dos son fértiles de longitud comprendida entre 0,2 y 0,3 cm, si bien hay que destacar que la largura de los mismos nunca es idéntica. Solo una parte pequeña de las flores es perfecta, es decir que poseen estambres y postilo fértiles. El estilo es lateral y ligeramente curvado, siendo su longitud ligeramente inferior a la de los estambres, de 0,15 a 0,20 cm.

La polinización del mango es de tipo entomófila, realizada especialmente por dípteros, siendo muy rara la polinización por abejas. Se considera normal que solo el 0,1% de las flores cuaje. El mango es una especie autofértil, es decir, no necesita de otras variedades para que las flores puedan fecundarse correctamente.



Figura 8 Detalle de la flor del mango. Fuente ICIA

2.5. Fruto

El fruto es una drupa carnosa que puede contener uno o mas embriones. Su color va de amarillo hasta rojo o incluso morado, incluyendo todos los grados intermedios ente los mencionados colores, dependiendo de la variedad, las condiciones de cultivo y postcosecha.

El peso del fruto oscila entre 150 gramos y 2 kg. Aunque según el cultivar el fruto puede cambiar mucho su forma, se puede clasificar como ovoide-oblonga. La cáscara es gruesa, frecuentemente con lenticelas blancas. El mesocarpio es la parte comestible de la fruta y es de color amarillo o anaranjado. El contenido en fibra e hidratos puede ser variable también en función de la combinación variedad-patrón.



Figura 9 fruto del mango junto con porciones partidas del mismo. Fuente: periódico “El economista”

2.6. Semilla

La semilla del mango es ovoide y alargada. Está recubierta por un endocarpio leñoso y de textura pilosa. La semilla puede contener un único embrión o varios.



Figura 10 detalle de la semilla del mango. Fuente: ICIA

3. Extensión del cultivo

3.1. Introducción

El mango es una fruta cuya popularidad ha venido aumentando en los últimos años gracias a la búsqueda, por parte de los consumidores de nuevos alimentos que sean nutritivos y saludables. Así el consumo de este en los últimos años no ha hecho más que crecer, pasando de 0,21 gramos por persona y día en el año 2014 a 0,58 en 2018. Dicho

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

año España se posicionó a nivel europeo como el tercer mayor importador de Mango, por detrás del Reino Unido, donde reside una importante comunidad asiática.

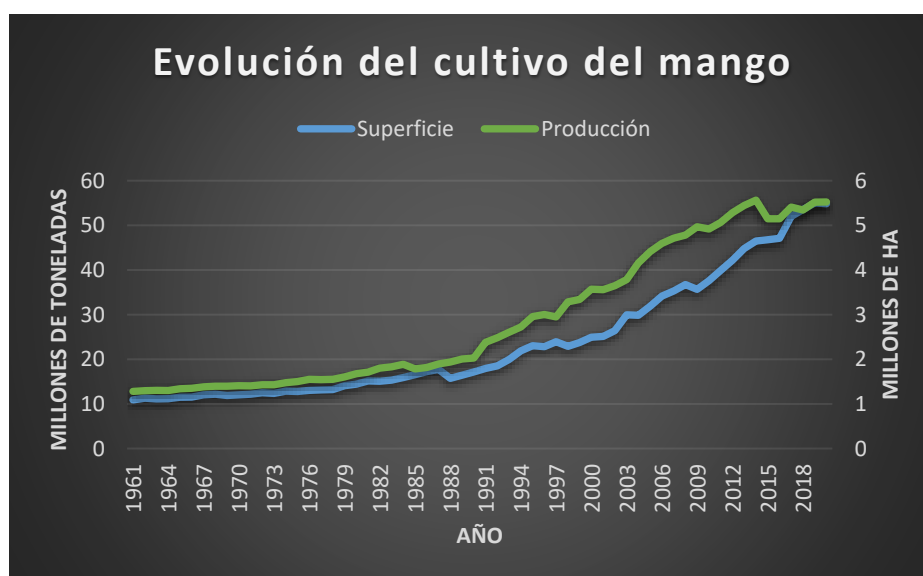


Figura 11 imagen ilustrativa de la variación del consumo de mango de 2014 a 2018. Fuente: elaboración propia con datos del ministerio de consumo

Este aumento en el consumo, sumado a su alta rentabilidad, lo convierte en un cultivo ideal para invertir. Adicionalmente este cultivo puede adaptarse a un gran rango de tipos de suelos. Respecto al aguacate, no necesita tanto agua para prosperar, además, tiene una mayor capacidad de resistencia a los vientos que este último. Por contraparte, tiene menor capacidad de prosperar en zonas frescas.

3.2. Situación internacional del cultivo

El mango es cultivo que lleva acompañando milenios a la humanidad, como se ha comentado en puntos anteriores, especialmente en zonas tropicales de Asia. Los registros históricos de la FAO muestran que la superficie y producción dedicada a este cultivo no ha parado de crecer, especialmente desde el inicio de la década de lo 90, tal y como se puede apreciar en la figura 12.



Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Figura 12 evolución de la producción y superficie dedicada al cultivo de mango. Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

Los últimos datos de 2020 muestran que la producción mundial es de 55 millones de toneladas con una superficie dedicada de 5,5 millones de hectáreas. Lo cual representa casi 3,5 veces más producción que en 1990 y con una superficie 2,5 veces mayor.

La producción a nivel mundial se encuentra concentrada especialmente en Asia, donde se concentra el 72% de la producción global, seguido de África, con un 16% y de América, con un 12%. Las producciones en Europa y Oceanía son demasiado bajas en comparación con el resto de continentes como para aparecer en este gráfico.

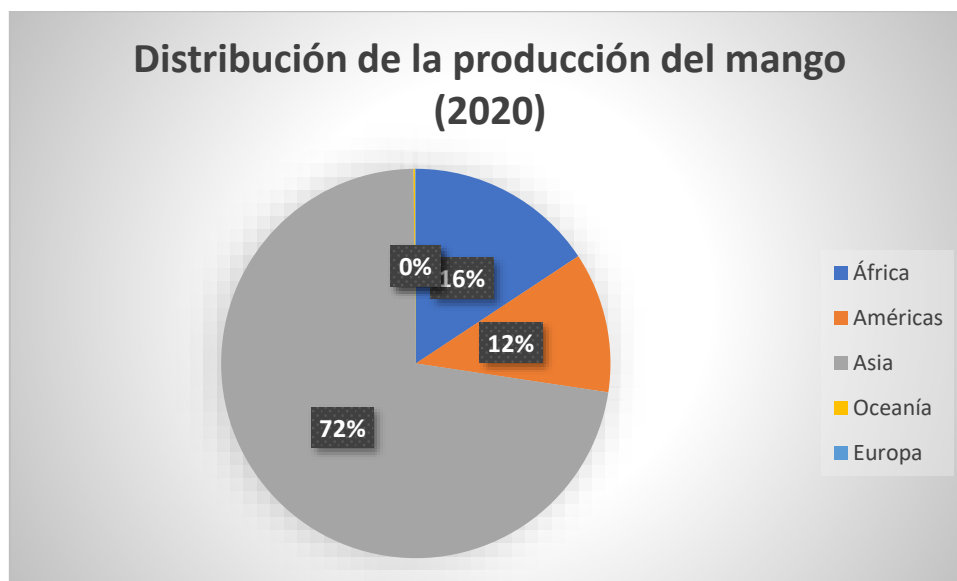


Figura 13 distribución de la producción de mango por continentes. Fuente: elaboración propia con datos de FAO

A nivel de países, casi la mitad de la producción mundial se concentra en India, país del que es originaria esta fruta y en que hay más de 1000 cultivares registrados. Le sigue en producción registrada Indonesia, con un 6% del total, Taiwán, con 5% y México con un 4%.

España por su parte, se encuentra en el puesto número 51 de esta lista, con una producción de 37000 toneladas, lo cual representa una porción ínfima a nivel mundial.

3.3. Situación del cultivo a nivel europeo y español.

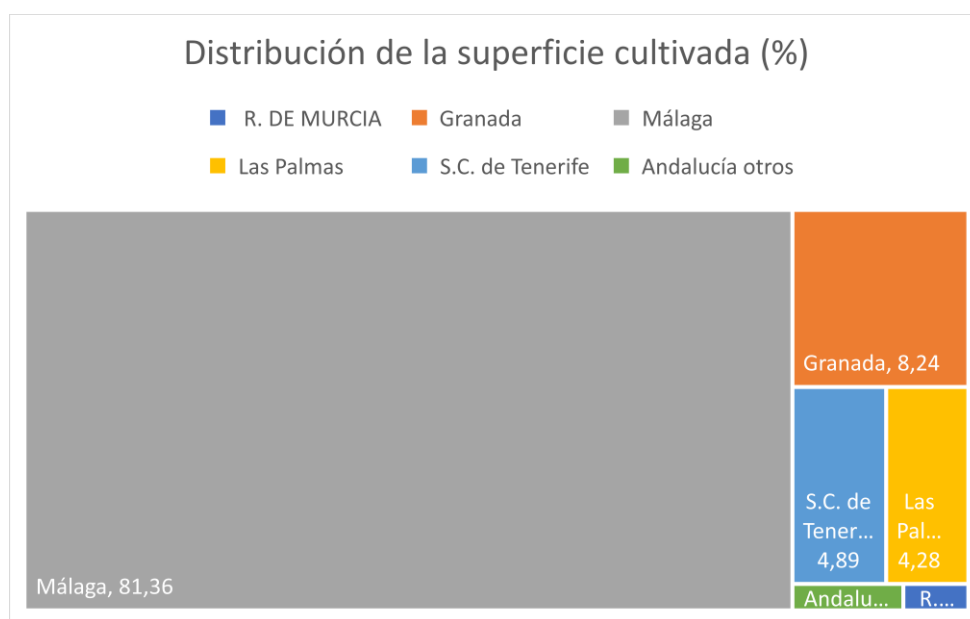
Dentro de Europa, hay muy pocos países que, por motivos climáticos, pueden producir mango en sus territorios. España es uno de los más importantes de ellos gracias a la existencia de las islas canarias y de la costa tropical, entre Málaga y Granada. Si bien hay que destacar que en Portugal también hay zonas en que actualmente se produce bajo

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

invernadero, en la región del Algarve, al sur del país, así como en Madeira. Por otro lado, Francia tiene también territorios de ultramar donde hay capacidad de producir mango, como es el caso de Nueva Caledonia (en el océano pacífico) en donde se registraron en 2020 una producción de mas de 1000 toneladas.

En España, este cultivo se localiza esencialmente en el sur de las provincias de Málaga y Granada y en las islas Canarias, ya que son las únicas zonas en que este cultivo se puede establecer correctamente. Existen también pequeñas plantaciones en otras provincias de Andalucía como en Cádiz, Almería o Sevilla, pero en este caso se trata de plantaciones que se han establecido bajo invernadero.

En lo que respecta a superficie, en 2020 había un total de 5280 hectáreas cultivadas con mango. De ellas, más del 80% se concentra en la provincia Málaga, seguido de granada, con algo más de un 8%. Las islas canarias representan el 9% del total de la superficie, repartida de una forma muy similar entre ambas provincias insulares. En la región de Murcia hay también un total de 24 ha dedicadas a este cultivo.



*Figura 14 distribución de la superficie dedicada al mango en España por provincias (porcentaje).
Fuente: elaboración propia con los datos del ministerio de agricultura*

La producción de mango se encuentra distribuida de una forma muy similar a la de superficies dedicadas. La provincia de Málaga sigue ocupando el primer puesto, representando un 64% de la producción total, seguido de las palmas de Gran Canaria, con casi un 13% y por Granada y santa cruz de Tenerife con un 10,75 y 10,60%

respectivamente. Llama la atención que las canarias, con un 9% de la superficie total, represente más del 20% de la producción, esto es debido a que en Andalucía los rendimientos medios de este cultivo son de 6.635 kg/ha mientras que en Canarias sube hasta 17600 kg/ha.

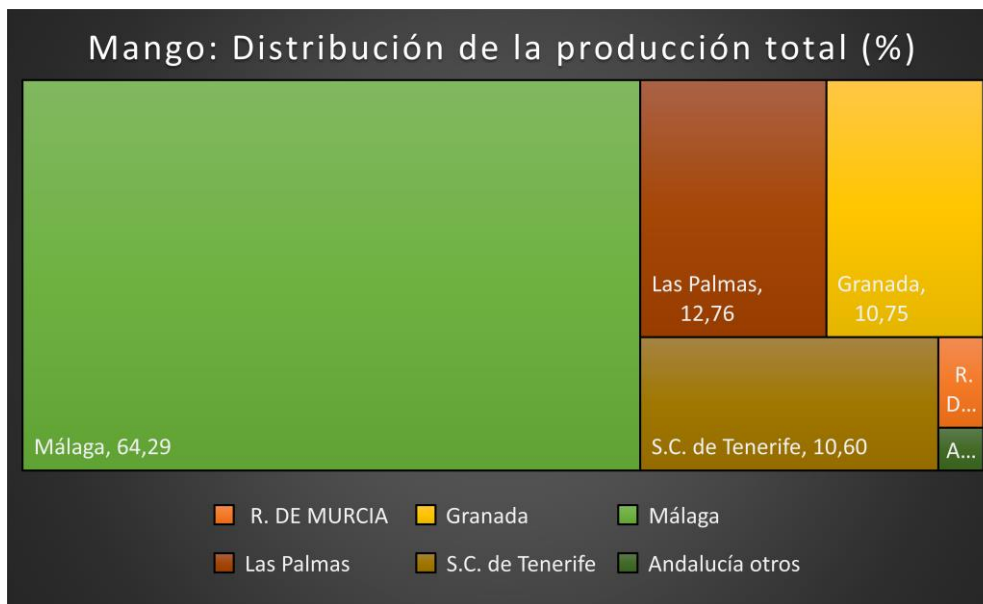


Figura 15 distribución de la producción nacional de mango por provincias. Fuente: elaboración propia con los datos del ministerio de agricultura.

4. Situación actual de las parcelas del proyecto

4.1. Descripción de la zona de estudio

La zona en la que se va a plantear este proyecto está ubicada en municipio palmero de Puntallana, perteneciente a la provincia de Santa cruz de Tenerife. A nivel administrativo, se compone por un total de 51 pequeñas que suman, aproximadamente 14,6 ha. Una lista con todas las parcelas implicadas puede encontrarse a continuación, en la tabla 1.

	Parcela	Superficie (m ²)		Parcela	Superficie (m ²)
1	224	1515	26	238	4826
2	223	698	27	237	1721
3	222	1126	28	236	12510
4	221	3624	29	235	3946
5	220	1081	30	267	539

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

6	219	1449	31	234	2430
7	218	1113	32	269	862
8	217	3442	33	271	302
9	216	1975	34	233	353
10	215	1657	35	242	15377
11	214	4420	36	243	897
12	213	1386	37	244	4145
13	212	943	38	268	1011
14	211	1914	39	245	2253
15	210	2302	40	262	1146
16	209	1624	41	273	2800
17	208	1808	42	264	91
18	207	2121	43	263	174
19	206	1685	44	249	2817
20	205	1805	45	248	2338
21	204	1980	46	266	796
22	203	4549	47	250	5171
23	241	2323	48	247	1499
24	240	6639	49	251	2673
25	239	2129	50	252	10624
26	238	4826	51	246	9283
Total	m ²	145892			
Total	ha	14,59			

Tabla 1 detalle de superficie de las parcelas implicadas

El motivo de esta composición tan numerosa se remonta varias décadas en el pasado en que la agricultura era fundamente de subsistencia y en que los ciudadanos poseían pequeñas porciones de tierra con las que subsistir.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

La isla de la palma es de origen volcánico, al igual que todas las del archipiélago canario. Esta destaca por ser muy montañosa dentro de este conjunto, siendo la segunda isla más alta, con el Roque de los muchachos, con 2426 metros, como lugar más elevado. Además es también conocida por ser la más lluviosa. En este tipo de entornos ha sido bastante habitual la construcción de bancales, que son una parte destable de la superficie elegida.

La zona elegida se encuentra en la ladera este del volcán principal de la isla, y en la zona oriental del casco urbano de Puntallana, en una zona conocida como “piedra alta”. La zona del proyecto se encuentra limitando con el océano atlántico en su zona este, del cual le separa un acantilado de más de 20 metros de altura. En la zona oeste limita con la carretera LP-102, recorre gran parte de la costa de Puntallana, entre los barrios de Tenagua y El Pueblo y tiene una longitud de 11,4 km. Desde dicha carretera se puede llegar fácilmente hasta Santa cruz de la Palma, la capital insular, que se encuentra a 16 kilómetros de esta ciudad, donde se encuentra el puerto y el aeropuerto, lugares desde los que se podría efectuar la exportación de la fruta aquí producida. El conjunto de parcelas también elegido limita al norte con el barranco de punta sancha, del cual se obtendrá el agua destinada al riego de esta nueva finca y que lleva siendo empleada por los agricultores de la zona durante décadas con unos resultados muy buenos. Finalmente el conjunto de terrenos de este estudio limita al sur con un camino agrícola pavimentado. Las parcelas actualmente existentes poseen acceso tanto al camino como a la carretera.

La propia zona del proyecto destaca también por tener un camino que lo divide en dos sectores, al norte y al sur, de una superficie similar, este, conocido como “camino de piedra alta” conecta todas estas parcelas con la carretera LP-102. En la figura 16, adjunta a continuación se podrá apreciar tanto este camino como el entorno de la zona de proyecto. Para más detalle se sugiere consultar el apartado “planos” del presente documento.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)



Figura 16 Delimitación de la zona del proyecto sobre ortofoto (Fuente: catastro)

Las coordenadas en que se ubica esta finca se detallan a continuación especificando las posiciones extremas en cada punto cardinal a fin de que esta pueda ser localizada de una manera más eficiente. Para obtener un mejor detalle de la ubicación de la zona de estudio se sugiere consultar los mapas de situación y emplazamiento.

- Datum: ETRS 89
- Uso 28 N
- Extremo norte (X;Y): 233363,3 m; 3181868,7 m
- Extremo este (X;Y): 233726,1 m; 3181659,8 m
- Extremo sur (X;Y): 233442,5 m; 3181300 m
- Extremo oeste (X;Y): 233255,4 m; 3181665,3 m

4.2. Estado actual de las parcelas

La zona del proyecto se compone de numerosas parcelas, dentro de ellas se puede establecer 3 categorías distintas según el manejo que actualmente tienen: En estado de abandono, con cultivo de platanera al aire libre y cultivo de platanera protegido.

En el momento de realizar este estudio del total de 14,6 ha de superficie catastral registrada, 3,3 ha de la misma (un 23% del total) se encuentran en estado de abandono. En ellas las malas hierbas y la basura se acumulan. Dentro de estas se está empezando a desarrollar incluso vegetación de tipo arbustiva, lo cual, además de ser improductivo, puede suponer un riesgo añadido para el desarrollo de plagas que puedan potencialmente refugiarse en ellas.



Figura 17 imagen de una de las parcelas actualmente abandonadas. Fuente: Google maps

El resto del terreno, aproximadamente 11,25 hectáreas, se encuentra actualmente cubierto por cultivo de platanera. De este, cerca de 3 ha se encuentran con algún tipo de cubierta protectora. Por lo general, la mayoría de las zonas de platanera protegidas se encuentran en un estado bastante deteriorado (ver figura 18).



Figura 18 detalle de una de las zonas con estructuras de protección en la zona noreste de las parcelas.

Fuente: Google earth

La distribución de los invernaderos y de las parcelas abandonadas no se concentra exclusivamente en una zona de las parcelas seleccionadas, si no que están distribuidas irregularmente. Por lo general, la mayoría de las zonas abandonadas se hallan en la parte central-occidental, mientras que los invernaderos se encuentran más en la zona central propiamente dicha.

4.3. Infraestructura y construcciones actualmente existentes.

El terreno del que se ocupa el presente documento cuenta ya con una serie de infraestructuras y construcciones, ya que este ha sido cultivado durante décadas, si bien es verdad que no todas ellas podrán ser empleadas para la plantación aquí propuesta.

Los elementos más destacables son:

-Acequias y sistemas de riego: En la actualidad, existe un sistema de acequias enterradas que proporcionan el agua que nutre a los cultivos existentes, esta es aprovechada bien para llenar depósitos o bien para regar directamente las parcelas. Todas las parcelas implicadas en este proyecto que tienen cultivo de platanera cuentan también con un viejo sistema de riego de aspersión, el cual se encuentra en un estado bastante deteriorado por su elevada edad, siendo frecuentes las roturas y colmataciones producidas en el mismo. En la figura 19, adjunta a continuación, se podrá apreciar, en un primer plano, uno de los emisores aquí empleados para efectuar el riego de este cultivo.



Figura 19 imagen del cultivo de platanera en una de las parcelas del proyecto con un aspersor en primer plano. Fuente: Google maps

Existe una acequia principal, la cual recoge el agua del barranco de punta sancha y acerca dicho agua desde una balsa cercana hasta dicha zona de cultivo.

-Depósitos: Existen un total de tres depósitos en este conjunto de parcelas, los cuales son alimentados dos acequias, y que posteriormente son usados para efectuar el riego de algunas de las parcelas anteriormente mencionadas.

El primer depósito se halla en la zona central de la parcela, lindando con el camino que divide longitudinalmente la zona del proyecto, es de tipo circular, de altura estimada 3 metros y tiene una capacidad estimada de 1880 metros cúbicos. Este cuenta con una conexión que lo une con el depósito marcado como 3 en la figura 20, adjunta a continuación.



Figura 20 detalle de los depósitos actualmente existentes. Han sido numerados conforme se irá comentando en este documento. Fuente: Ortofoto PNOA

El segundo depósito es también de planta circular, de altura estimada de 1 metro, con una capacidad de 120 metros cúbicos.

Por último, el tercer depósito tiene una altura de 3 metros sobre el suelo y una capacidad estimada de 4550 metros cúbicos.

-Otras edificaciones: En la zona estudiada, actualmente hay una vivienda particular que se encuentra en la esquina suroeste de este grupo de terrenos y es propiedad del promotor. Adicionalmente hay otras cuatro construcciones que actualmente se emplean como almacén.

Las decisiones que se tomarán con cada una de estas construcciones se detallarán más adelante en otros anejos. La ubicación de todos estos elementos se puede apreciar con mucho más detalle en el plano “situación actual: elementos”.

5. Bibliografía

Estadísticas de La FAO (<https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>)

Hermoso, José María. 2018. Introducción al cultivo del mango en el sur peninsular.

Ministerio de agricultura. Anuario de estadística.

Mora Montero Juan, Gamboa Porras Jimmy. 2002. Guía para el cultivo del mango.

S.K. MUKHERJEE. Origin of mango (magnifera indica). Economic Botany, Vol. 26, No. 3 (Jul. - Sep., 1972), pp. 260-264 (5 pages)

Toribio Fernández, Constantino. 1990. Publicaciones de capacitación agraria: Cultivo del mango.

United States Department of Agriculture. Germplasm Resources Information Network. 2009-11-23.

Web infoagro, s.f.- El cultivo del mango

(https://infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/mango.htm)



**Diseño y establecimiento de una plantación de
mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana
(La Palma)**

**DOCUMENTO I.
MEMORIA**

**ANEJO II:
CONDICIONANTES**

Autor : Sergio Lozano Tórtola

Julio de 2022

ÍNDICE

1. Situación del mercado del consumo de mango.....	6
1.1. Introducción	6
1.2. Características del mercado del mango a nivel europeo	10
1.3. Estudio de precios del mango.....	13
1.4. Preferencias de los consumidores españoles	16
2. Requerimientos climáticos del mango.....	18
2.1. Temperatura	18
2.2. Humedad y precipitación	20
2.3. Otros factores climáticos	22
2.4. Inducción floral	23
3. Requerimientos edáficos del mango	27
3.1. Condicionantes físicos.....	27
3.2. Condicionantes químicos	28
4. Estudio climático del lugar del proyecto.....	30
4.1. Introducción	30
4.2. Elección de la estación meteorológica	30
4.3. Temperatura	31
4.4. Precipitación y humedad	33
4.5. Viento.....	35
4.6. Evapotranspiración.....	36
4.7. Radiación.....	37
5. Condicionante edáfico del lugar del proyecto	37
5.1. Introducción	37
5.2. Estudio de las propiedades físicas del suelo.....	38
5.3. Estudios de las propiedades químicas del suelo	41
6. Condicionante del agua del riego del lugar del proyecto	49
6.1. Introducción	49
6.2. Salinidad.....	51
6.3. Iones más abundantes y sus efectos	51
7. Condicionante topográfico del terreno elegido	56
8. Conclusiones	58
9. Imagen objetivo	60
10. Bibliografía	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 distribución de los principales importadores de Mango por continentes. Fuente: FAO	6
Figura 2 envasado de mangos para exportación en Piura (Perú). Fuente: Revista agraria peruana	8
Figura 3 Mango de la variedad Keitt, cuya piel es verdosa en estado maduro. Fuente: ICIA	8
Figura 4 Calendario de las fases fenológicas en canarias. Fuente: ICIA	9
Figura 5 Épocas de recolección del mango en diversos países. Fuente: Galán Sauco, 2009	10
Figura 6 Cientos de mangos se pudren en el suelo en Casamanza, Senegal, ante la ausencia de compradores. Fuente: l'observateur	11
Figura 7 Mango variedad 'aphonso' en un estado de madurez algo temprano. Fuente: mango.org	12
Figura 8 aspecto de un bote de conserva y del producto de mango en almíbar. Fuente: El corte inglés.....	13
Figura 9 precio mayorista del mango en Mercasevilla los últimos años. Fuente: elaboración propia.	14
Figura 10 precio medio anual del mango percibido por el agricultor. Fuente: CAGPDS	15
Figura 11 mango de variedad Kent. Fuente: ICIA	17
Figura 12 Estantes de un supermercado español con mangos. Fuente: ABC.....	17
Figura 13 Fruto de mango bien cuajado frente a frutos abortados. Fuente: ICIA.....	19
Figura 14 esquema grafico de las tolerancias y óptimos de temperatura del árbol de Mango.....	20
Figura 15 imagen de un árbol de mango en la isla de Reunión tras 11 meses sin aporte de agua. (Aubert, 1975).....	21
Figura 16 mango que ha sufrido rajado por un exceso de riego. Fuente: ICIA.....	22
Figura 17 destrozo en plantación de mangos causados por granizo en Sudáfrica, 2015. Fuente: farmersweekly	23

Figura 18 principales fases del desarrollo foliar y floral en mango. Aubert y Lossois, 1972	24
Figura 19 Fenómeno de erratismo. Fuente: Galán Sauco, 2009.....	26
Figura 20 Modelo de ciclo de los carbohidratos en el árbol de mango y valores críticos de concentración de almidón. (Adaptado de Robert y Wolstenholme, 1993).....	26
Figura 21 Árbol creciendo en terreno rocoso casi sin suelo en Venezuela. (Galán Saúco, 2009).....	27
Figura 22 deficiencia de cinc en suelo alcalino, Málaga. Hermoso González, 2018	28
Figura 23 daños por salinidad en árbol de mango. Fuente: pestoscope.com.....	29
Figura 24 variación de temperaturas a lo largo del año.....	32
Figura 25 distribución de las precipitaciones efectivas a lo largo del año	33
Figura 26 valores medios de humedad ambiental	34
Figura 27 evapotranspiración de referencia a lo largo del año en mm por mes	36
Figura 28 variación de la radiación por mes en la zona de estudio	37
Figura 29 Boletín de análisis proporcionado para el desarrollo de este proyecto.	39
Figura 30 triángulo textural con los datos del suelo de la parcela del proyecto.....	40
Figura 31 recorte de los análisis del agua de riego de Puntallana	50
Figura 32 Clasificación de esta agua según normativa de Riverside	53
Figura 33 perfil de elevación vertical típico de estas parcelas. Fuente Google earth.....	57
Figura 34 ejemplo del perfil altimétrico típico en la horizontal en este grupa de parcelas.	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 país de origen de los mangos consumidos en Europa. Fuente EUROSTAT.....	7
Tabla 2 Principales datos climáticos recogidos por la estación meteorológica para este proyecto. Fuente datos: SIAR.....	31
Tabla 3 Valores numéricos de las temperaturas por mes.	32
Tabla 4 resumen de parámetros del viento en la zona de estudio.....	35
Tabla 5 resumen de las propiedades del suelo del proyecto.....	39
Tabla 6 abundancia absoluta de nutrientes en el suelo del proyecto	43

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Tabla 7 niveles de fertilidad de calcio y magnesio en el suelo. Fuente: Casas Flores, 2012	45
Tabla 8 niveles de fertilidad de potasio en el suelo en mg K/Kg de suelo. Fuente: Casas Flores, 2012	46
Tabla 9 niveles de fertilidad de fósforo expresados en mg P/Kg suelo. Fuente Casas Flores, 2012	47
Tabla 10 resumen de los análisis del agua de riego obtenidos	51
Tabla 11 Intervalos de riesgo de empleo de aguas con bicarbonatos. Fuente: Nakayama, 1982	56

1. Situación del mercado del consumo de mango

1.1. Introducción

A nivel mundial, los principales países productores de mango se hallan en Asia, siendo India (17 millones de toneladas), seguido de China (5 millones de toneladas) los principales productores a nivel mundial. Esta fruta es producida especialmente en países en que existe una importante tradición de su consumo, como es el caso del primer productor, en que se lleva cultivando desde hace milenios. Mas allá de estos, la fama que este fruto ha ido ganado a lo largo de los años a nivel mundial, lo ha convertido en un fruto bastante codiciado en países que no lo producen.



Figura 1 distribución de los principales importadores de Mango por continentes. Fuente: FAO

Las importaciones de mango a nivel mundial para 2018 alcanzaron 1,9 millones de toneladas, de las cuales, unas 500.000 acabaron en Estados Unidos y el 10% en China.

Dentro de Europa, el país con el mayor número de compras de este fruto es Países Bajos, desde donde posteriormente se revende a otros lugares del continente.

Los lugares desde los que la Unión Europea importa mangos pueden apreciarse en la tabla 1, adjunta a continuación. Dentro de ella cabe destacar, en primer lugar, la tendencia creciente en las importaciones de este fruto, producto del impacto positivo que este causa en los consumidores sumado a su cada vez más extendido conocimiento.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Según los datos de la tabla, recogidos de EUROSTAT, las importaciones de este producto se incrementaron en un 51% de 2014 a 2019.

Principales países proveedores de Mango de la unión europea						
Toneladas	2014	2015	2016	2017	2018	2019
España y países extracomunitarios	288.421	304.297	354.233	360.602	417.961	436.080
Brasil	99.314	111.511	114.923	117.496	135.535	155.406
Perú	71.975	78.299	87.819	95.537	120.593	115.583
Costa de marfil	20.473	22.919	30.298	30.193	29.168	31.495
República Dominicana	11.154	13.103	14.727	11.360	13.668	17.138
Israel	15.865	13.777	17.843	16.583	13.300	15.166
Senegal	10.328	11.520	10.029	11.125	15.843	14.106
Pakistán	3.873	5.318	8.106	6.271	8.646	11.409
Mali	3.833	5.946	7.449	4.897	5.989	9.662
Estados unidos	11.343	7.383	12.254	11.119	9.145	8.283
Burkina Faso	3.064	4.358	6.158	4.786	5.772	6.880
India	956	2.477	4.329	5.421	5.979	5.301
México	2.224	3.078	3.742	4.322	4.779	5.252
Ghana	2.383	2.656	3.611	3.609	3.815	3.771
Costa Rica	3.825	3.952	2.460	3.154	2.589	2.266
Gambia	2.193	1.915	1.679	1.753	1.524	2.169
Sudáfrica	592	1.482	1.510	2.287	1.777	2.124
Guatemala	591	904	510	979	2.578	1.287
Ecuador	1.418	1.857	2.136	1.426	1.245	1.044
Tailandia	1.128	1.168	974	1.020	998	825
Venezuela	389	468	381	310	384	276
Nicaragua	465	208	193	21	-	-
España (exportaciones)	18.000	10.000	19.000	22.000	30.000	22.000

Tabla 1 país de origen de los mangos consumidos en Europa. Fuente EUROSTAT

Por otro lado es importante destacar que Brasil y Perú fueron los países que abastecían principalmente el mercado europeo, con un 35 y 26% respectivamente. La producción española, por su parte, solo representa un 5% del consumo total dentro de la unión.

Las compras de frutas tropicales en Europa en general y España en particular se realizan fundamente a través de grandes superficies comerciales. Las importaciones de esta fruta son realizadas por empresas bastante experimentadas y tecnificadas en este aspecto. Las mencionadas entidades exportadoras son, normalmente intermediarios que se encargan de la compra del producto en el país de origen y su venta en el país de destino, incluyendo todos los tramites logísticos intermedios, es muy raro que grandes productores fuera de Europa pacten directamente con las grandes cadenas comerciales.



Figura 2 envasado de mangos para exportación en Piura (Perú). Fuente: Revista agraria peruana

La abrumadora mayoría de las importaciones de Mango que efectúan los países europeos se efectúa vía marítima a través de los grandes puertos del norte del continente, siendo especialmente relevantes los de Hamburgo (Alemania) o Rotterdam (Países Bajos). Los puertos mediterráneos están más especializados en la importación de productos de tipo mediterráneo, como hortícolas o frutales templados.

Uno de los rasgos que marca el mercado europeo es que los consumidores valoran muy positivamente los mangos de coloración rojiza o anaranjado en detrimento de aquellos que son más verdosos debido a que se tiende a asociar la coloración de estas frutas con su grado de madurez.



Figura 3 Mango de la variedad Keitt, cuya piel es verdosa en estado maduro. Fuente: ICIA

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Tanto el cultivo como el consumo del mango en España no ha parado de crecer. En los años 1980 era un cultivo muy marginal. La situación del mismo en el país se resumía en unas pocas plantaciones gestionadas por personal con un conocimiento muy limitado del cultivo. De igual manera, el consumo de esta fruta era muy residual, y su entonces pequeño nicho de mercado se resumía en un reducido número de consumidores de alto poder adquisitivo. No fue hasta inicios de la década de 1990 cuando este cultivo empezó a tener relevancia comercial en España.

En la actualidad el calendario de recolección en nuestro país, en el caso andaluz va de septiembre a noviembre con un pico de producción a finales del noveno mes y octubre, que se corresponde con la maduración de los frutos del cultivar osteen, el más cultivado a nivel peninsular, con aproximadamente un 70% de la superficie.

A nivel canario, el ciclo es más precoz, iniciándose en agosto, si bien es verdad que algunas variedades tempranas en algunas zonas climáticas de este archipiélago pueden ser comercializadas a partir de mediados o finales del mes de julio. El calendario de recolección en canarias, igualmente finaliza antes que el andaluz, siendo recolectadas las variedades más tardías aproximadamente a mediados del mes de octubre.

Como en el caso de otros frutales, las variedades elegidas y el manejo pueden variar ligeramente estas fechas de recolección. En el caso del mango existe la posibilidad de desarrollar este cultivo bajo invernadero, permitiendo que este pueda tener un ciclo más corto y recolectarse antes.



Figura 4 Calendario de las fases fenológicas en canarias. Fuente: ICIA

1.2. Características del mercado del mango a nivel europeo

Dentro del mercado del mango, hay que destacar que existen dos tipos de productos: la fruta fresca (el fruto del mango en sí) y sus productos derivados (partes de este fruto frescas o procesadas).

El mercado europeo de fruta fresca de mango está abastecido durante todo el año. Tal y como se puede apreciar en la figura 5 anexa a continuación, la mayoría de los socios comerciales productores de esta fruta tienen capacidad de producir durante todo el año, en su conjunto, de tal manera que los mercados europeos no suelen tener problemas serios de abastecimiento de mango.

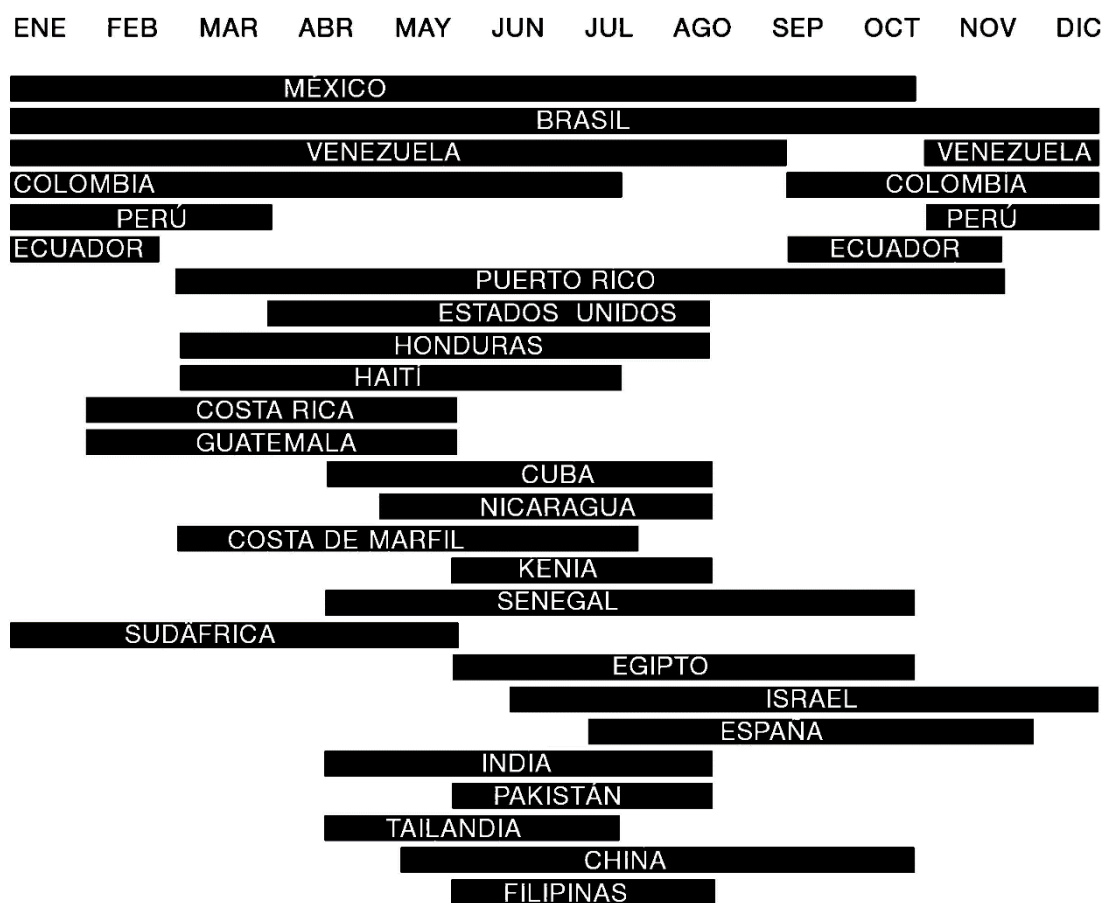


Figura 5 Épocas de recolección del mango en diversos países. Fuente: Galán Saucó, 2009

A pesar de todo esto, este mercado presenta algunas debilidades, siendo las más relevantes:

- Existencia de picos de oferta durante enero y febrero debido a la maduración de mangos en la mayoría de las plantaciones de Brasil y Perú, que como se comentó

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

anteriormente, son los principales suministradores de esta fruta al mercado europeo. Asimismo, existe otro pico de producción en el mes de mayo por la campaña de recogida en África occidental, especialmente de aquellos provenientes de Costa de marfil.

-El punto anteriormente comentado deriva en otro problema, que es la existencia de cierto ‘desabastecimiento’ desde la finalización del grueso de la campaña en Brasil y Perú, en el mes de marzo hasta el inicio de esta en los países de la costa atlántica africana, lo que ha conducido a precios muy elevados en muchas ocasiones durante tales fechas.

-La existencia de bastante incertidumbre es también un problema a destacar en este mercado. Dado que gran parte de los países productores tienen un escaso desarrollo tecnológico y, en consecuencia, las plantaciones tienen un manejo que, por lo general es bastante rudimentario, es bastante difícil predecir la producción a gran escala así como la logística necesaria. Por otro lado, al hablar de países en que el flujo de información está más limitado, especialmente por la menor presencia de tecnologías de comunicación, provoca que la información que llegue no sea lo suficientemente fiable. Todo esto conduce a que sea complicado cubrir toda la demanda, incluso con la campaña ya iniciada.



Figura 6 Cientos de mangos se pudren en el suelo en Casamanza, Senegal, ante la ausencia de compradores. Fuente: l'observateur

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

La mayoría de mangos que se venden en Europa lo son a través de grandes cadenas de supermercado, los cuales, al igual que con otras frutas, exigen que el aspecto externo sea atractivo, a la vez que tengan una buena calidad de pulpa.

Dado que el mango es bastante exigente en cuanto a condiciones de conservación, la Unión Europea exige que los frutos importados provengan de plantaciones con certificados EUREPGAP, lo que implica para el productor un aumento de costes y de inversión.

Los cultivares ‘Tommy atkins’, ‘Kent’ y ‘Keitt’ son los más valorados por los consumidores de la unión europea. Esto es debido a que su sabor mantiene un equilibrio entre dulzura y acidez ideal para su consumo. Por otro lado, los exportadores prefieren la variedad ‘Tommy atkins’ ya que es la más resistente a los largos transportes y tiene un largo periodo de postcosecha.

Los consumidores europeos por lo general prefieren mangos con una coloración rojiza o anaranjada, tanto en la piel como en la pulpa. A pesar de ello, existe un cierto sector del mercado en Francia y Reino Unido, dentro de este último liderado por la comunidad asiática del país que valora mangos de sabor más ácido y de coloraciones más verdes, este es el caso de las variedades ‘aphonso’ o ‘parís’.



Figura 7 Mango variedad ‘aphonso’ en un estado de madurez algo temprano. Fuente: mango.org

El mercado del mango fresco en otras zonas del mango no es tan exigente como en el caso de Europa. EEUU y Canadá importan este fruto especialmente de Méjico y no

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

tienen ningún requisito especial para los mismos, más allá de la seguridad alimentaria. Por otro lado Japón importa desde México, Taiwán y Filipinas.

Al igual que otras frutas, en el caso del mango también existen productos derivados y procesados del mismo que tienen cierto aprecio entre los consumidores. Los más destacados de estos son: pulpa de mango cortada, jugo y mermeladas, entre otras.

Este mercado no tiene tanta importancia como el mango fresco, si bien es verdad que en países como China o Japón es más habitual su consumo. Para el año 2020 Tailandia se posicionaba como el primer exportador de productos derivados del mango a nivel mundial, si bien hay que destacar que gran parte de los derivados que se producen en Europa lo hacen en el propio continente a partir de la propia fruta.

Dentro de toda esta gama de productos, el más importante es el mango en rodajas, que es un producto de conserva y que destaca por ser el producto frutal enlatado, elaborado con un único fruto con más ventas a nivel mundial después de la piña.



Figura 8 aspecto de un bote de conserva y del producto de mango en almíbar. Fuente: El corte inglés

Tras este, existen otros productos derivados del mango de relativa importancia, como es el caso de la pulpa y el concentrado. El mango deshidratado, por otro lado, es muy poco común en el mercado europeo, el escaso consumo del mismo se cree que es debido al escaso conocimiento que hay de la existencia de este producto, así como a su elevado precio, que en ocasiones duplica al de la propia fruta.

1.3. Estudio de precios del mango

Como se ha comentado en puntos anteriores de este mismo documento, el suministro de mangos al mercado europeo es relativamente constante a lo largo del año, siendo algo

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

más limitado desde marzo a mayo. Por otro lado cabe recordar que la producción española se inicia a mediados-finales de julio en canarias, finalizando en octubre, mientras que en la costa tropical andaluza esta abarca desde el mes de septiembre hasta mediados de noviembre.

Estos datos comentados en el anterior párrafo son muy importantes para entender la fluctuación de precios del mango a lo largo del año, que imitan, en cierta medida el flujo de esta fruta que llega a los mercados. En la figura 9 se recogen los precios medios semanales del mango al por mayor registrados estos tres últimos años (2019, 2020 y 2021), así como la media de estos registrados en Mercasevilla.

En esta gráfica se puede apreciar con relativa claridad que en abril y mayo los precios suelen ser ligeramente más altos que en el resto del año, lo cual se corresponde, como se comentó antes, al periodo en que menos producción de este fruto hay a nivel internacional, a la vez que durante septiembre y octubre se dan los precios más bajos, coincidiendo con el grueso de la producción en Andalucía.

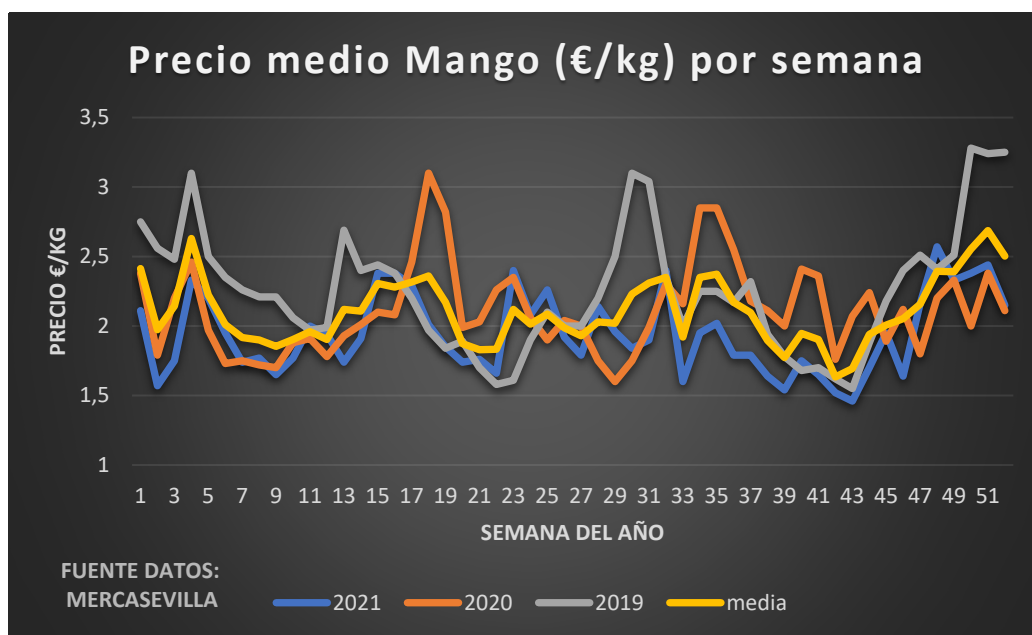


Figura 9 precio mayorista del mango en Mercasevilla los últimos años. Fuente: elaboración propia.

Por otro lado también hay que destacar que las variaciones de precios no son excesivamente bruscas, debido a que, como se comentó anteriormente, hay disponibilidad de este producto todo el año. Los picos que se producen en este precio en momentos puntuales de determinados años pueden deberse a la ya mencionada ‘escasez

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

puntual' que a veces se produce con dicho fruto, motivada por problemas logísticos y falta de información que hay en los países productores.

Otro aspecto a destacar de los precios del mango es el beneficio económico que el agricultor percibe por cada kilo de este producto. El cultivo del mango es, en los últimos años, uno de los más rentables dentro de la fruticultura en España.

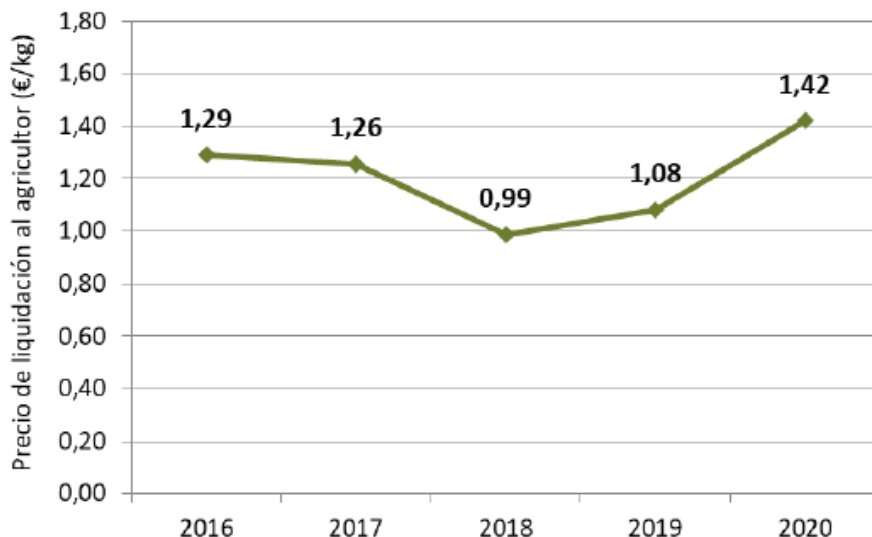


Figura 10 precio medio anual del mango percibido por el agricultor. Fuente: CAGPDS

En la figura 10, mostrada antes de este párrafo, se muestra la variación del precio al que esta fruta se compra al agricultor en los últimos años. Si se efectúa un análisis del precio de este producto, se puede ver que, a pesar de haber variado en los últimos años no ha sufrido tampoco cambios bruscos, oscilando entre 1 y 1,4 €/kg.

Todos los análisis del mercado mundial del mango muestran una tendencia creciente en la demanda de este producto, la cual ha sido también respondida con un aumento de la oferta, a pesar de todo ello, es bastante difícil predecir si en unos años habrá una excesiva demanda, provocando una disminución del precio del producto o si se dará el escenario contrario. Es de prever que tanto la oferta como la demanda de este producto a nivel europeo continúe aumentando, pero no se puede afirmar hasta que punto esta tendencia perdurará en el tiempo. Esto también puede verse afectado por nuevos pactos comerciales que la unión europea pueda firmar con nuevos países productores que puedan favorecer un mayor flujo de esta fruta así como la variación de los salarios en el viejo continente, la cual se pronostica a la baja debido a las sanciones comerciales con Rusia cuyos efectos están todavía por determinar.

1.4. Preferencias de los consumidores españoles

Al igual que en la mayoría de los países a nivel europeo, el consumo de este fruto en España se inició recientemente, y que ha tenido un crecimiento importante y sostenido a lo largo de los últimos años.

Con el desarrollo del mercado de esta fruta también se han realizado algunos estudios del mismo, buscando identificar los patrones que el consumidor sigue para decantarse por esta fruta o de las variedades más atractivas.

Calatraba-Requena recopiló en 2010 una serie de estudios realizados sobre los gustos de los consumidores españoles respecto del mango. En dicha recopilación se comenta que el mango ha ido destacando cada vez entre los consumidores entrevistados. En el año 2007 gran parte de los entrevistados al probar esta fruta asociaban rápidamente su sabor con el de otras frutas como el melocotón o incluso de algunas hortícolas, como el melón. Pero este punto de vista ha cambiado con los años, en las entrevistas realizadas a finales del año 2009 el porcentaje de personas que asociaban el sabor de esta fruta con otras había disminuido. Esto es traducido por el autor de la mencionada recopilación como una valoración positiva hacia el mismo, argumentando que el hecho de que el sabor del mango se identifique como 'único' implicaba una apreciación mayor hacia dicha fruta, incluso mayor que la piña o el plátano, que son los grandes competidores comerciales de esta fruta a nivel comercial en la mayoría de los países en el mundo.

Más concretamente, en la recopilación efectuada Calatraba-Requena se testeó igualmente entre las variedades más comunes, el sabor más llamativo para el grueso de los consumidores, no solo analizando la procedencia de esta fruta según el cultivar, si no que también estudiando la madurez de los mismos. Para ello, de todas las variedades de este experimento se dieron a probar en dos estados de madurez: estado de madurez óptimo con la pulpa todavía dura y estado de madurez óptimo pero con la pulpa más blanda.

Los resultados mostraron que la variedad mejor valorada fue en todos los casos Kent, en un estado de madurez ligeramente pasado (con la pulpa blanda), seguido de esa misma variedad, pero en un estado menos maduro (con la pulpa más dura), seguido posteriormente por la variedad ataulfo.



Figura 11 mango de variedad Kent. Fuente: ICIA

Por contraparte, los mangos de variedad osteen fueron los peor valorados en este estudio, independientemente de cual fuera su estado de madurez. Huelga destacar que, por lo general, los mangos de variedad Kent suelen tener un precio ligeramente mayor que los de la variedad osteen a nivel de cantidad percibida por el agricultor. Así, en el año de este estudio, 2010, los frutos procedentes del cultivar osteen tenían unos precios de compra al agricultor de entre 1,1 y 1,3 euros el kilo, frente a aquellos de la variedad Kent, cuyo precio oscilaba entre 1,5 y 1,8 €/kg.

Por lo general se puede concluir que el consumidor español busca frutas de coloración naranja o rojiza, en un estado de madurez óptimo o ligeramente pasado y que tengan un muy bajo contenido en fibra.



Figura 12 Estantes de un supermercado español con mangos. Fuente: ABC

El consumidor habitual de mango en España valora especialmente la calidad, pero no está especialmente informado sobre la variedad de cultivares presentes en el mercado, siendo este un factor muy poco relevante dentro de este mercado. Este fruto es por lo general de un tamaño grande y su consumo se suele destinar para compartir con varias personas o bien para varios días por una misma persona, es poco habitual encontrar a

gente dispuesta a comprar mangos de pequeño tamaño. Por otro lado, se tiende a valorar muy positivamente que la semilla de este fruto sea lo más pequeña posible.

2. Requerimientos climáticos del mango

2.1. Temperatura

El mango es un árbol frutal que destaca por ser relativamente poco exigente en las condiciones de un suelo y el clima para desarrollarse, dentro de los frutos tropicales. El clima ideal para el mango es aquel que tenga unos inviernos frescos, de temperaturas mínimas de 10°C y con primaveras con mínimas que superen los 15°C, durante el verano y el otoño las temperaturas deben alejarse de valores extremos que puedan provocar daños irreversibles en el árbol. Es preferible que las oscilaciones térmicas día-noche sean lo menores posible.

El factor limitante del cultivo de mango por excelencia es el de las heladas: Una exposición prolongada de los árboles adultos a temperaturas de -6°C supone la muerte segura de los mismos, siendo esta tolerancia algo menor en arboles jóvenes de mango. Si bien este es el límite de temperatura mínima que dicho cultivo puede soportar, los daños sobre el mismo se hacen patentes a temperaturas mayores. A temperaturas menores de 0°C es altamente probable que haya daños en los brotes tiernos.

Con temperaturas inferiores a 15,6°C durante la floración existe un notorio riesgo de obtener una producción mucho menor debido a la baja tasa de germinación del polen y el alto porcentaje de frutos abortados (los cuales tienen un desarrollo mucho menor, produciendo frutos más pequeños y sin semilla). Por otro lado hay que destacar que durante el periodo vegetativo temperaturas bajas también pueden causar problemas en esta especie. Con temperaturas menores a 10°C de forma prolongada se produce una inhibición de la fotosíntesis así como de otros procesos metabólicos, que repercuten en una producción menor.



Figura 13 Fruto de mango bien cuajado frente a frutos abortados. Fuente: ICIA

En el otro extremo, se ha llegado a notificar que con temperaturas de 50°C en Brasil no se han producido daños destacables, si bien, esto era durante la fase de fructificación en condiciones de viento y humedad (Donadio, 1980). A pesar de esto se asume por norma general que este tipo de cultivo empieza a sufrir estrés por temperaturas superiores a 40°C. Esta información puede verse también resumida en la figura 2, adjunta a continuación.

Para el desarrollo de este cultivo no existe una única temperatura óptima, si no que esta va variando según el estadio fenológico de este cultivo. Una de las peculiaridades que este frutal posee es que necesita un periodo de temperaturas frescas (no necesariamente frías) para que la inducción floral pueda tener lugar.

El crecimiento vegetativo se da preferentemente con temperaturas de entre 24 y 26,5°C, siendo poco recomendable que durante las fenofases de mayor crecimiento vegetativo las temperaturas medias sean menores de 21°C. Adicionalmente el rango idóneo de temperaturas para el desarrollo de los frutos es de 30 a 33°C. Es importante que durante el cuajado de los frutos las temperaturas no descendan de 19°C, ya que por debajo de este límite se produce un incremento en el porcentaje de frutos abortados, si bien es verdad que la temperatura crítica a la que el número de abortos en frutos de mango se incrementa notablemente es por debajo de 15,6 °C.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

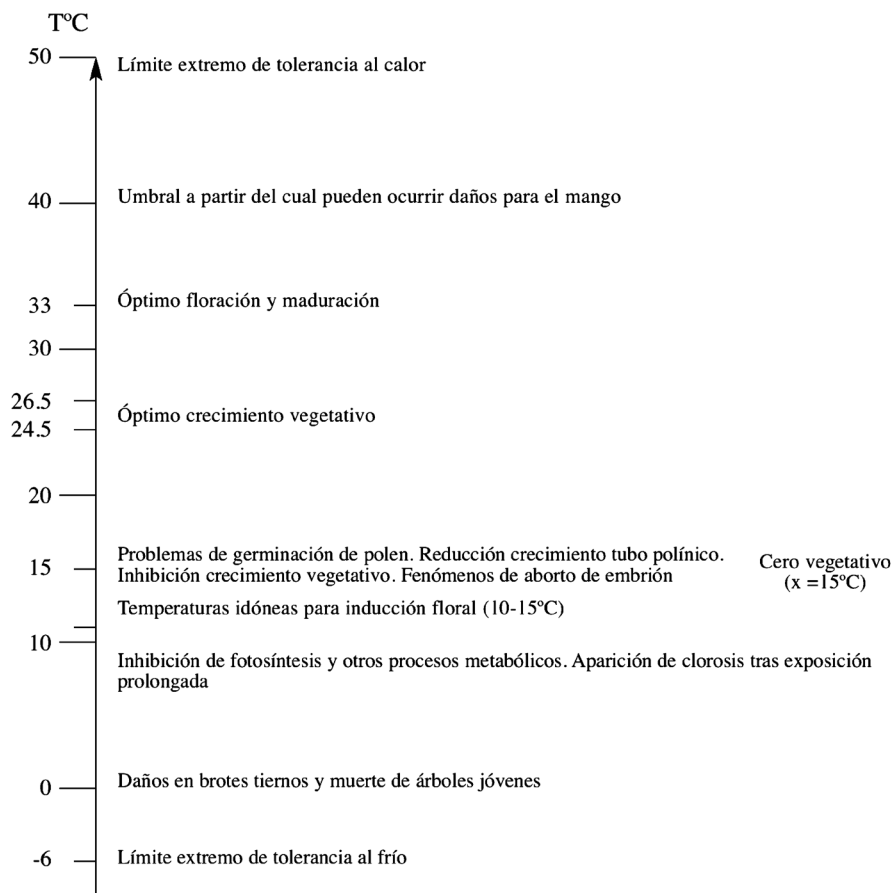


Figura 14 esquema gráfico de las tolerancias y óptimos de temperatura del árbol de Mango

2.2. Humedad y precipitación

El mango tiene una alta capacidad de adaptación a climas con distintas tasas de precipitación. No obstante, hay que recalcar que en climas más secos, si se quiere obtener una mayor producción, será necesario recurrir al riego.

El mango es por un lado, bastante resistente a la sequía. Esto es debido a que es capaz de regular la presión osmótica en el interior de sus células mediante unas moléculas llamadas lactíferos. Adicionalmente hay que destacar que el profundo sistema radicular que este árbol es capaz de desarrollar puede jugar muy a su favor en contextos de sequías prologadas. Aubert (1975) señaló el caso de un una pequeña plantación de mangos que sobrevivió 18 meses sin precipitación y riego en la isla de Reunión (sudeste de África). También hay que destacar que el sistema radicular del mango tiene una buena capacidad de extraer el agua de suelos con muy bajo potencial hídrico.



Figura 15 imagen de un árbol de mango en la isla de Reunión tras 11 meses sin aporte de agua. (Aubert, 1975)

La distribución de las precipitaciones es igualmente importante (exista o no el riego). Es recomendable que en la época de floración existan las mínimas precipitaciones posibles ya que el estrés hídrico es también un inductor de la floración. Por otro lado si llueve durante la floración o el cuajado la producción puede verse muy negativamente afectada: un exceso de precipitación puede reducir drásticamente porque el agua puede arrastrar el polen presente en las flores, impidiendo una polinización efectiva. Asimismo, cabe destacar que un exceso de lluvia durante el cuajado puede provocar un rajado de frutos, lo que no solamente reduce su calidad sino que además puede aumentar notablemente el riesgo de que el árbol o el propio fruto sean afectados por enfermedades.

El mango, por otro lado, es capaz de prosperar correctamente en una gran variedad de humedades relativas sin perjuicio. Whiley (1998) señaló que en el norte de Australia este frutal es sometido a un valor de un 40% de humedad relativa durante la estación seca mientras que en las épocas más húmedas del año este valor supera con facilidad el 85%.



Figura 16 mango que ha sufrido rajado por un exceso de riego. Fuente: ICIA

2.3. Otros factores climáticos

-Luz: Hasta el momento, ningún estudio ha podido demostrar que el fotoperiodo influya activamente en la inducción floral en el mango. En el caso del desarrollo vegetativo, es obvio que la manera en que los individuos interceptan la radiación, junto con la duración del día es determinante para la producción de fotoasimilados. Para que los rendimientos sean mayores es especialmente importante que durante la poda, aquellas ramas interiores que reciban poca, sean eliminadas, ya que tienen un comportamiento de sumidero de fotoasimilados y, al bloquear la circulación de aire con la consiguiente acumulación de humedad, pueden ser un foco de enfermedades.

-Viento: Al igual que la mayoría de los frutales, el mango es un árbol vulnerable a sufrir daños si existen fuertes vientos. Las épocas en que este cultivo es más vulnerable son entre la floración y la recolección, por la volatilización del polen y la caída de flores y frutos. Si bien es verdad que en comparación con otras especies, como el aguacate, este es más resistente, es importante prestar atención a aquellas zonas que sean especialmente ventosas, a fin de tomar las precauciones adecuadas, como por ejemplo la instalación de cortavientos. De elegirse esta protección no solo la productividad por árbol aumentaría sino que además se reduciría el riesgo de que el cultivo sea afectado por la mancha negra bacteriana, causada por la bacteria *Xanthomonas campestris*. Por lo general, no se recomienda que esta árbol se ubique en zonas con vientos superiores a 20 km/h.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

-Granizo: Al igual que sucede con otros muchos frutales, el granizo puede ocasionar serios daños a los frutos mientras estos permanecen en los árboles. Estos pueden ir desde el rajado hasta la caída de frutos, provocando en ambos casos la imposibilidad de comercialización de la cosecha. Si bien es verdad que en las zonas tropicales en que este cultivo se da suele ser raro la precipitación en forma de granizo, la importancia de esta deberá ser tenida en cuenta si han existido eventos previos. Para evitar este tipo de daños existe la opción de instalar mallas anti granizo, pero debido a su elevado coste así como la rareza de este suceso en la zona del proyecto se recomienda contratar un seguro.



Figura 17 destrozo en plantación de mangos causados por granizo en Sudáfrica, 2015. Fuente: farmersweekly

2.4. Inducción floral

El mango es una especie arbórea en que el crecimiento vegetativo y la fase reproductiva están separadas en el tiempo para cada rama del árbol, pero no para el conjunto del árbol en sí. El crecimiento de los brotes vegetativos en esta especie frutal sigue el siguiente patrón:

1. Crecimiento discontinuo del brote
2. Entrada en latencia

3. Nuevo crecimiento vegetativo o inducción floral

Cuando una rama empieza a desarrollar primordios florales su crecimiento se paraliza hasta después de la recolección de los frutos. El periodo de diferenciación floral y emergencia de la panícula es relativamente corto, siendo este normalmente menor de 30 días.

Las yemas vegetativas inician su crecimiento desde yemas verdosas inicialmente aplastadas, que posteriormente se inflan y dan lugar a los primordios foliares. Estos rápidamente adquieren un color rojizo durante las primeras fases de su crecimiento, tras unos días, el color verde vuelve a ganar predominancia antes de que las hojas alcancen su crecimiento definitivo.

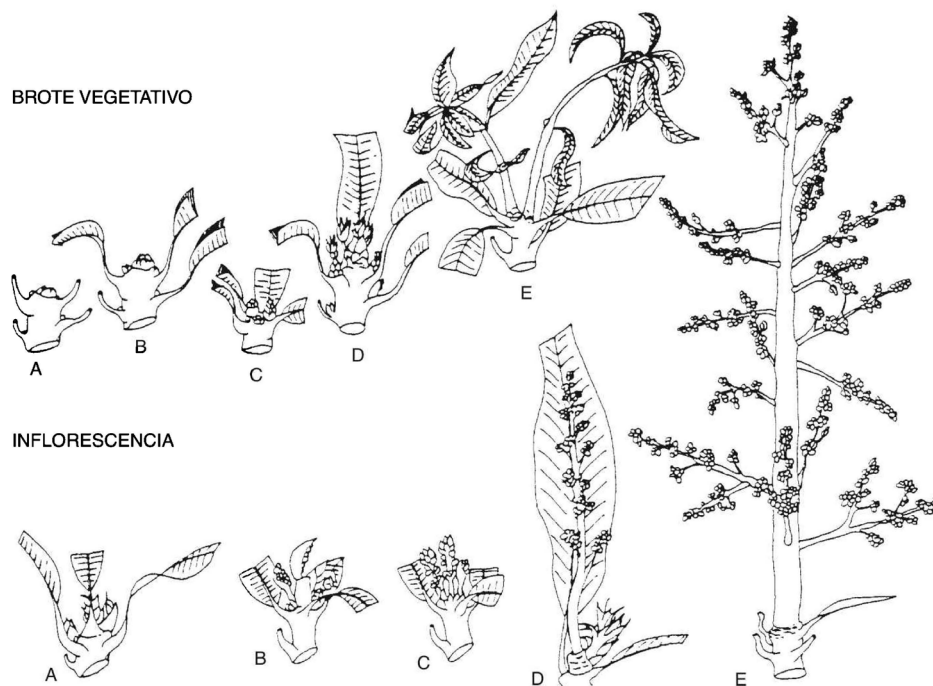


Figura 18 principales fases del desarrollo foliar y floral en mango. Aubert y Lossois, 1972

El desarrollo de las yemas florales, tras su diferenciación, se inicia con la apertura de las mismas iniciándose poco a poco en un primer momento la formación de la panícula. Tras esto, comienza un rápido alargamiento de la inflorescencia seguido por la separación definitiva de los ejes.

Una de las características más relevantes en lo referente al mango es la inducción floral. Al igual que en las zonas templadas es habitual que los frutales necesiten estar

expuestos a un determinado número de horas frío, esto es, horas con temperaturas medias menores de 7°C, para que en la siguiente campaña puedan brotar, florecer y fructificar correctamente, el mango también necesita de otros requerimientos para que pueda florecer y posteriormente fructificar correctamente. Para que esta situación se dé, el árbol necesita estar sometido a una situación de estrés. En concreto, la exposición prolongada a temperaturas menores de 15°C es el estímulo más fuerte para provocar la inducción floral, tanto es así que en los árboles que están expuestos a climas más fríos, como es el caso de la costa sur andaluza, suelen producirse dos floraciones, siendo necesario eliminar la primera.

A pesar de esto, existen muchas zonas donde este cultivo está extendido de climas tropicales y ecuatoriales en que estas temperaturas tan bajas no se alcanzan. Como se ha comentado en párrafos anteriores, la existencia de temperaturas no es una condición estrictamente necesaria para que este árbol pueda florecer, si no, las situaciones de estrés que este pueda sufrir.

Así, la exposición de este árbol a temperaturas menores de 15°C supone, a nivel fisiológico, unas condiciones poco adecuadas para el mismo. Cabe recordar que el mango es un frutal perenne, que no está preparado para perder las hojas en periodos fríos, haciéndolo más vulnerable a temperaturas muy bajas.

Una forma alternativa de inducir la floración en el mango en zonas más próximas al ecuador es mediante el estrés hídrico. Para ello, se corta el riego del árbol durante el periodo en que se desea provocar la inducción floral. Si esta no se produce en la suficiente intensidad, el porcentaje de ramas con flores será menor. En las regiones mencionadas, ante la falta de estímulos fuertes para la floración suele darse un fenómeno denominado 'erratismo', una situación en que una parte de la copa del árbol tiene fruto mientras que otras están desarrollando crecimiento vegetativo, esto sucede de forma natural y el árbol es capaz de equilibrar su crecimiento, ya que las zonas que fructifican durante un año tienen crecimiento vegetativo el siguiente y viceversa. También parece ser que el crecimiento asincrónico (en diferentes fases) incita a la iniciación floral, por otro lado se sabe que la exposición de este árbol a temperaturas muy elevadas incita a la floración, pero necesita de más tiempo, al ser un estímulo más débil.



Figura 19 Fenómeno de erratismo. Fuente: Galán Sauco, 2009

Los mecanismos fisiológicos que promueven la floración del mango no se conocen todavía con certeza. Se sabe que los brotes de mango deben tener una baja concentración de ácido giberélico para que en ellos se pueda producir la acumulación de glúcidos no estructurales (especialmente de almidón), lo que motiva que se pueda producir posteriormente yemas de flor. Este ácido se sabe que tiene un efecto inhibitor de la floración, precisamente, si este se encuentra en unas concentraciones demasiado altas, la acumulación de almidón será menor y la planta no podrá producir panículas en la siguiente campaña.

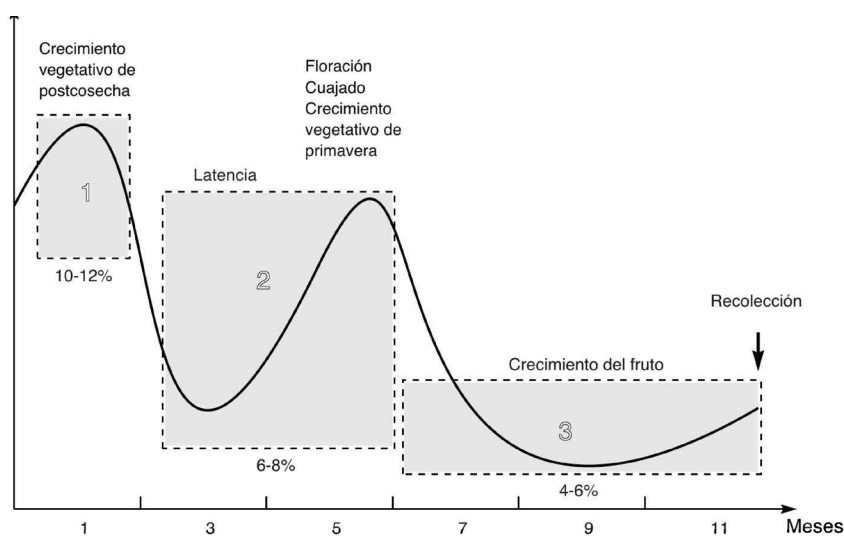


Figura 20 Modelo de ciclo de los carbohidratos en el árbol de mango y valores críticos de concentración de almidón. (Adaptado de Robert y Wolstenholme, 1993).

Por otro lado hay claras evidencias de que el ácido abscísico, sintetizado en raíces y hojas maduras, actúa como promotor de la floración. Esta molécula es sintetizada en una mayor proporción cuando el árbol está sometido a unas condiciones de estrés hídrico o de bajas temperaturas. No se conoce de momento los mecanismos en los que esta molécula está implicada para promover la floración, pero sí se puede afirmar que su síntesis no se produce con temperaturas superiores a 19°C.

3. Requerimientos edáficos del mango

3.1. Condicionantes físicos

El mango ha sido calificado como ‘uno de los frutales tropicales más rustico’ (Galán Saúco, 2009). Como se comentó anteriormente en el apartado de requerimientos climáticos, se han notificado casos de árboles de mango creciendo en lugares con condiciones extremas de sequía o encharcamiento. En el tema del suelo, también se ha notificado casos de estos frutales en condiciones bastante desfavorables.

En Sudáfrica o México, por ejemplo, se ha constado el cultivo de este frutal con suelos de una profundidad de 0,75 m. Con esto, se ha determinado que este se puede desarrollar sin problema en este tipo de suelos siempre que no exista una capa impermeable que limite su crecimiento (Whiley y Schaffers, 1988). En las canarias, estos se cultivan en bancales que destacan por tener una profundidad de 80 cm y buenas propiedades de drenaje. Hay que destacar que cuanto más fríos y secos sean los lugares en que este árbol se cultiva, mayor importancia cobra el hecho de tener un suelo con menor riesgo de encharcamiento.

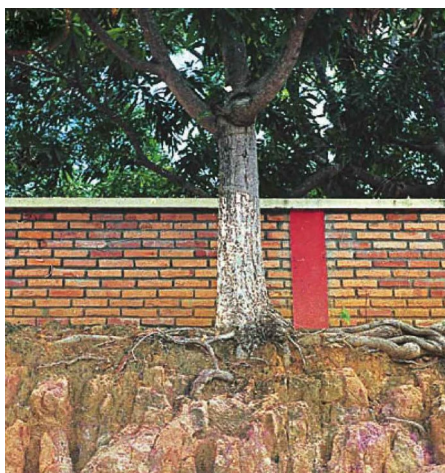


Figura 21 Árbol creciendo en terreno rocoso casi sin suelo en Venezuela. (Galán Saúco, 2009)

3.2. Condicionantes químicos

Al ser el mango un frutal tan rústico, este es capaz de prosperar en un gran rango de suelos. Es aconsejable que el pH del suelo elegido se encuentre dentro del rango 5,5- 7. Hay que recalcar que este cultivo también puede ser establecido en suelos de pH más básico, pero su producción será más limitada, en estos contextos el factor limitante normalmente es la cantidad de caliza activa que el suelo posee. Por encima de un 10% de CaCO_3 o MgCO_3 y con un pH de 7,8 o valores mayores, el cultivo empieza a mostrar síntomas de serias carencias de algunos microelementos, por lo que será necesario aplicar quelatos de hierro como EDDHA, así como aplicar mayores cantidades de estos nutrientes en el programa de fertilización.



Figura 22 deficiencia de cinc en suelo alcalino, Málaga. Hermoso González, 2018

La textura del suelo recomendada para el cultivo del mango es limo-arenosa o arcillo-arenosa, pudiendo tolerar con facilidad suelos con un 50% de arcilla. Por el lado contrario, este frutal ha obtenido buenos resultados en Israel, con suelos arenosos de baja capacidad de intercambio catiónico (CIC) así como con un contenido de materia orgánica (MO) del 0,3%.

Por lo general, si la MO en el suelo tiene un porcentaje aceptable, no se recomienda enmendar, de hecho, un exceso de materia orgánica puede llegar a ser bastante perjudicial para el desarrollo de este árbol.

En lo que respecta a la tolerancia a la salinidad, se puede decir que este frutal no destaca sobre la media por ser muy resistente o muy susceptible a la misma, encontrándose en un rango de tolerancia media-baja. En este punto hay que recalcar que a día de hoy no existe ningún estudio que haya cuantificado con exactitud los daños asociados a regar con aguas salinas en este frutal.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Se considera que un agua de riego con una conductividad superior a 1,5 dS/m produce daño sobre los patrones, lo que repercute en una bajada de rendimientos. Si bien hay que destacar que el patrón 13-1, de tipo poliembriónico, ampliamente utilizado en Israel, es capaz de tolerar aguas de riego de 3 dS/m en sistemas de goteo con lavado. (Kadman et al., 1976).



Figura 23 daños por salinidad en árbol de mango. Fuente: pestoscope.com

Dentro de la resistencia a la salinidad, se debe comentar que existen determinados aniones, usualmente presentes en aguas salinas, que son especialmente dañinos. Este es el caso de los cloruros (Cl^-).

Se recomienda emplear aguas de riego con concentraciones de este anión menores de 200 ppm, límite a partir del cual se empieza a registrar daños en algunos mangos. Cabe destacar que el portainjerto israelí anteriormente comentado, el 13-1, es capaz de soportar concentraciones de cloruros de 600 ppm. Si bien, en canarias, el patrón gomera-1, ampliamente utilizado, es capaz de resistir también concentraciones altas de este elemento, pero a diferencia del israelí, este debe su resistencia a una absorción

selectiva, mientras que el anteriormente mencionado obtiene tal condición gracias que dentro de sus tejidos cuenta con una alta concentración de este elemento.

4. Estudio climático del lugar del proyecto

4.1. Introducción

El conocimiento de las condiciones climáticas del lugar del proyecto es fundamental, ya que con ellas se puede saber si es viable establecer una plantación de mangos en este emplazamiento. No solamente estos datos son clave para determinar la viabilidad de este proyecto, sino que además puede determinar la forma en que este se va a ejecutar.

Con los datos expuestos a continuación se podrá, en última instancia, elegir las variedades que mejor se adapten a este entorno, así como, en base a estos, poder programar las labores de establecimiento de la plantación, como del manejo posterior de la misma (riego, recolección, fertilización).

Para poder llevar a cabo este estudio es esencial contar con datos climáticos de partida. Lo deseable en este tipo de proyectos sería contar con datos del lugar en que se desea realizar esta plantación, pero dado que no se dispone de ninguna estación de medida en este lugar se deberá recurrir a una estación meteorológica de acceso público. La justificación de la elección de la misma se discute en el siguiente punto.

4.2. Elección de la estación meteorológica

La isla de la Palma cuenta con varias estaciones meteorológicas. Dado que la zona del proyecto está ubicada en la zona central de la costa oriental de esta isla, en este proyecto se ha intentado emplear los datos de la estación que más fiabilidad proporcione respecto a los objetivos aquí planteados.

En la costa este de la isla de la palma, las dos estaciones meteorológicas más próximas eran: Barlovento (ubicada a 12 km de la zona del proyecto y a una altitud de 530 msnm) y El Socorro (ubicada a 5,5 km de la zona del proyecto y a una altitud de 180 msnm).

De estas, la estación elegida ha sido 'El Socorro', no solamente por su cercanía, si no también por la altitud a la que esta se sitúa, mucho más similar a la del proyecto (en una ladera de entre 75 m y 25 m). Por último, esta presentaba un mayor número de datos. Los datos de la ubicación de la estación seleccionada se pueden ver a continuación:

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

- UTM X: -9507222,74
- UTM Y: 3265862,38
- Huso: 30 N
- Altitud: 180 msnm
- Datum: ETRS 89

Para poder planificar este proyecto se tomara la media de los últimos 10 (2011-2021) años de los parámetros más importantes a la hora de dimensionar un proyecto de este tipo. Un resumen de los mismos puede apreciarse en la tabla 2, anexa a continuación.

No obstante, cada uno de ellos se comentará más en detalle en puntos posteriores de este apartado. Todos los datos mostrados a continuación han sido recogidos en la web del SIAR, las gráficas y tablas han sido realizadas por el autor de este documento a partir de estos datos.

Mes	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mínima (°C)	Hum Media (%)	Vel Viento (m/s)	Dir Viento (°)	Vel Viento max (m/s)	Radiación (MJ/m2)	Precip efect (mm)	ET0 (mm)
1	16,12	22,24	11,53	67,29	1,16	239,83	8,98	10,93	16,32	51,85
2	16,09	23,15	10,88	66,63	1,35	247,22	9,91	13,67	37,99	61,54
3	16,64	25,44	11,05	68,31	1,38	239,66	10,76	16,74	16,34	87,94
4	17,37	23,96	12,25	68,51	1,37	143,74	9,44	19,01	15,4	102,61
5	18,64	26,15	13,26	68,57	1,56	30,53	9,23	19,94	0,32	114,42
6	20,17	27,64	15,14	70,56	1,72	41,04	9,07	21,0	4,24	116,26
7	21,36	27,78	16,7	71,3	1,84	47,06	8,88	23,15	0,45	140,17
8	22,39	30,09	17,72	70,53	1,5	39,37	8,43	21,19	1,7	130,92
9	22,08	27,52	17,31	72,68	1,22	118,41	7,42	16,03	7,4	93,22
10	21,06	28,54	15,7	70,9	1,06	247,92	8,64	13,01	36,55	78,05
11	18,99	26,28	14,01	70,39	1,19	240,01	8,77	10,16	35,07	57,09
12	17,57	25,55	12,31	66,98	1,07	296,19	8,79	9,69	37,13	52,77

Tabla 2 Principales datos climáticos recogidos por la estación meteorológica para este proyecto. Fuente datos: SIAR

4.3. Temperatura

La zona del proyecto se encuentra en una región de clima subtropical en que las temperaturas por lo general no llegan a ser excesivamente bajas. Dado que la zona del proyecto no se encuentra en una región muy elevada, el riesgo de heladas es nulo, siendo este un elemento especialmente limitante para el cultivo del mango.

En la figura 24, adjunta a continuación, se puede apreciar una gráfica en que se muestra la variación de las temperaturas a lo largo del año.

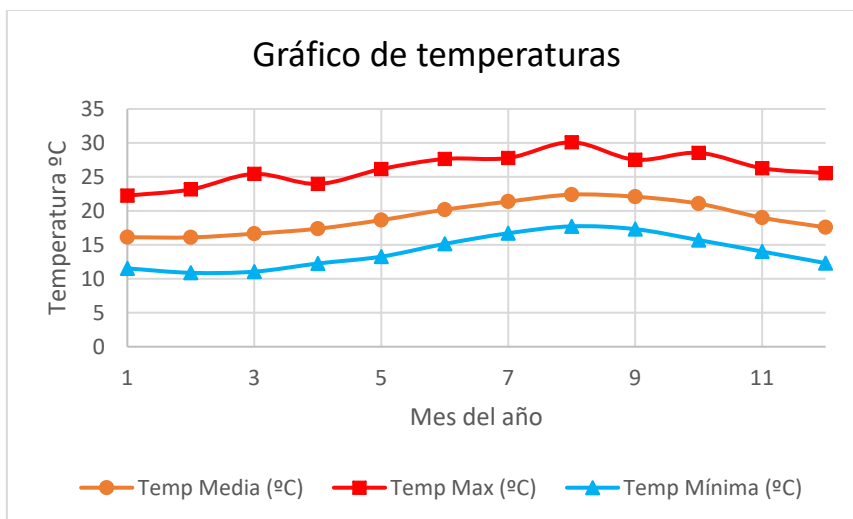


Figura 24 variación de temperaturas a lo largo del año.

En base a lo observado en la anteriormente mencionada figura se debe destacar: Las temperaturas a lo largo del año no varían excesivamente, existiendo una diferencia de 6,3°C entre la media del mes más frío y la del mes más cálido. Observando estos datos se puede suponer que obviamente la localización de este proyecto es en el hemisferio norte ya que en el mes de agosto se alcanzan las temperaturas medias más elevadas, mientras que en el mes de febrero se localizan las de menor valor. Es igualmente llamativo destacar que mientras las temperaturas mínimas varían suavemente, las máximas, si bien tienen una tendencia similar, tienen un comportamiento algo errático, pudiéndose apreciar que, por ejemplo las máximas del mes marzo son superiores a las del mes de abril.

Mes	Temp Media (°C)	Temp Máxima (°C)	Temp Mínima (°C)
Enero	16,12	22,24	11,53
Febrero	16,09	23,15	10,88
Marzo	16,64	25,44	11,05
Abril	17,37	23,96	12,25
Mayo	18,64	26,15	13,26
Junio	20,17	27,64	15,14
Julio	21,36	27,78	16,7
Agosto	22,39	30,09	17,72
Septiembre	22,08	27,52	17,31
Octubre	21,06	28,54	15,7
Noviembre	18,99	26,28	14,01
Diciembre	17,57	25,55	12,31

Tabla 3 Valores numéricos de las temperaturas por mes.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Con los datos anteriormente mostrados en la tabla 3, se puede concluir que el mango sería apto para cultivarse en este entorno, ya que las temperaturas mínimas se alejan de los valores críticos que este frutal tolera, siendo 0°C la temperatura mínima que este frutal puede tolerar. Por el otro extremo, se recuerda, de puntos anteriores que esta especie arbórea empieza a sufrir daños a partir de 40°C, mientras que las temperaturas medias máximas en la época más cálida son de 30°C.

Por último también hay que destacar que las temperaturas medias aquí alcanzadas son ligeramente superiores a 15°C, por lo que los estímulos para la inducción floral no serán demasiado intensos, aunque hay que destacar que las mínimas sí descienden de este valor, por lo que no habrá problemas para que en esta futura plantación los árboles puedan florecer y fructificar. El cuajado, por otro lado, se suele producir desde mediados de abril en que la temperatura media es superior a 16°C, por lo que el riesgo de aborto de embriones es bajo, si bien se recomienda una variedad que no sea excesivamente sensible a sufrir este percance.

4.4. Precipitación y humedad

En la zona elegida para este proyecto las precipitaciones muestran una clara distribución a lo largo del año. La gran mayoría de las mismas se concentran en los meses de primavera, otoño e invierno. Más concretamente, de todas las precipitaciones registradas a lo largo del año solo un 3% se concentra en los meses de mayo a agosto.

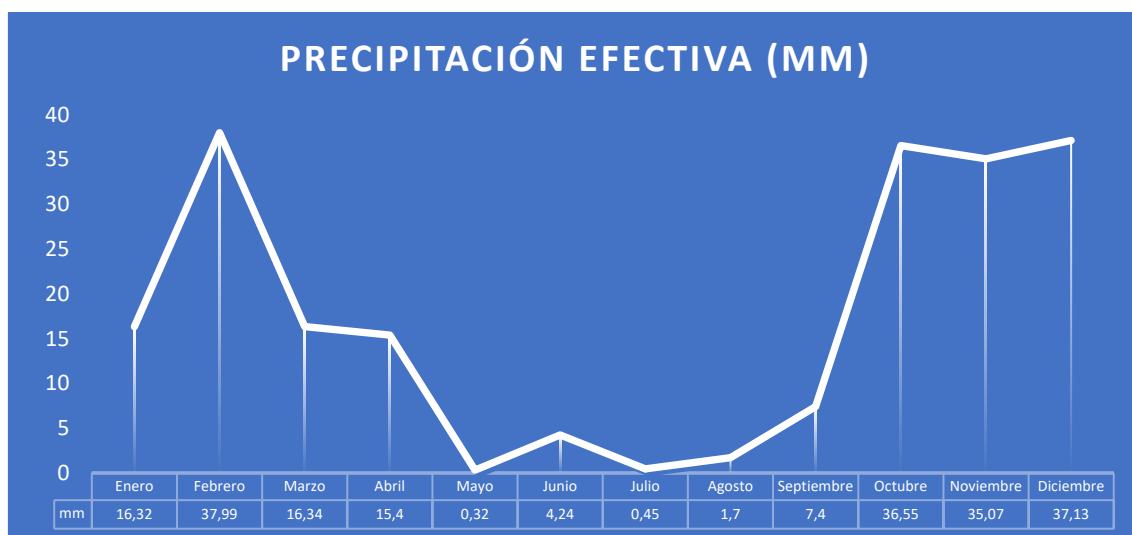


Figura 25 distribución de las precipitaciones efectivas a lo largo del año

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

En la figura 25, adjunta precediendo este párrafo, se puede apreciar los datos de precipitación efectiva, expresada en mm (litros por metro cuadrado), que son los que realmente se van a emplear para este proyecto. La diferencia entre la precipitación y la precipitación efectiva es que esta primera es la que se mide en las estaciones y esta segunda es aquella parte del agua precipitada que realmente va a ser empleada por las raíces de la planta.

La media de precipitación efectiva recogida anualmente es 208 mm. Dado que en Canarias se recomienda que este árbol tenga un mínimo de 700 mm de agua disponibles durante todo su ciclo, se destaca, desde este punto, la necesidad de un sistema de riego que aporte las necesidades hídricas que no sean aportadas por el agua de lluvia.

La distribución de la humedad ambiental del entorno del proyecto puede apreciarse en la figura 26, adjunta a continuación.

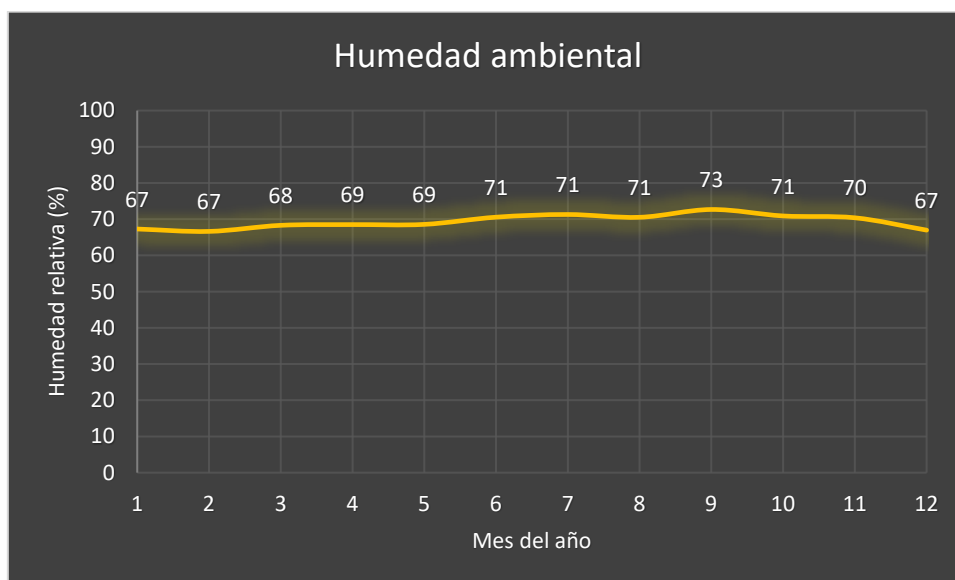


Figura 26 valores medios de humedad ambiental

Como se puede apreciar, los valores de humedad ambiental varían muy poco en la zona del proyecto, esto es debido a la cercanía del mismo a la costa. Hay que destacar que el mango es una especie capaz de prosperar en una amplia gama de humedades relativas. El periodo más crítico sería durante la polinización, ya que, al igual que en otros frutales, el polen del mango en ambientes muy secos podría perder rápidamente su humedad, y en definitiva su viabilidad. Pero dado que la zona del proyecto tiene unos valores bastante altos de humedad, este problema no será preocupante.

4.5. Viento

El viento puede llegar a ser un factor muy limitante en muchos cultivos frutales, por lo general, se acepta que el mango es más resistente a los vientos fuertes que otras frutas populares como el aguacate.

La exposición prolongada de estos árboles a vientos mayores de 20 km/h pueden causar daños en las hojas, flores o caída o rajado de frutos, así como una reducción del cuajado por la pérdida del polen y menor tasa de vuelo de polinizadores. Por otro lado, los vientos fuertes pueden provocar la caída o deformación de las plantas.

Mes	Vel Viento (m/s)	Vel Viento (Km/h)	Dir Viento (º)	Vel Viento max (m/s)	Vel max Viento (Km/h)
1	1,16	4,18	239,83	8,98	32,31
2	1,35	4,86	247,22	9,91	35,69
3	1,38	4,97	239,66	10,76	38,75
4	1,37	4,93	143,74	9,44	33,97
5	1,56	5,62	30,53	9,23	33,24
6	1,72	6,19	41,04	9,07	32,64
7	1,84	6,62	47,06	8,88	31,97
8	1,5	5,40	39,37	8,43	30,35
9	1,22	4,39	118,41	7,42	26,70
10	1,06	3,82	247,92	8,64	31,09
11	1,19	4,28	240,01	8,77	31,56
12	1,07	3,85	296,19	8,79	31,65

Tabla 4 resumen de parámetros del viento en la zona de estudio

En la tabla 4, mostrada previa a este párrafo se puede apreciar un resumen de las principales características de los vientos en la zona del proyecto.

La velocidad media no varía excesivamente mucho a lo largo del año, registrándose las mayores velocidades durante el mes de julio, mientras que el mes de octubre es el más calmado. Las velocidades medias son bastante menores de los límites anteriormente marcados como máxima tolerancia para este cultivo, en cambio, las máximas velocidades del viento superan notablemente ese límite, por lo que ciertas medidas como el empleo de tutores durante los primeros años de la plantación se harán necesarias.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Por otro lado cabe destacar que la dirección del viento predominante a lo largo del año es de componente oeste-noroeste, siendo de componente noreste durante los meses más ventosos del año.

4.6. Evapotranspiración

La evapotranspiración es el agua que la planta emite a la atmósfera durante su crecimiento. Este flujo de agua que fluye desde las raíces de la planta hasta los estomas de las hojas permite la distribución de nutrientes disueltos a todos los órganos de la misma.

Este parámetro es fundamental para el cálculo de las dosis de riego, así como para su frecuencia de aplicación. En la estación elegida se proporcionaban datos de la evapotranspiración de referencia, que se puede utilizar para el cálculo de las dosis de riego, mediante un coeficiente de cultivo (K_c). En la figura 27, mostrada a continuación, se puede apreciar la variación de este parámetro en el transcurso de año medio.

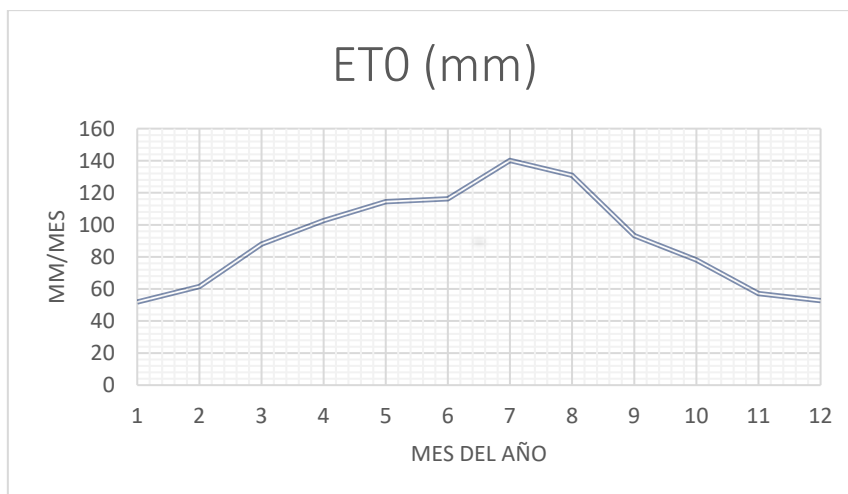


Figura 27 evapotranspiración de referencia a lo largo del año en mm por mes

Tal y como se aprecia en la figura anteriormente mostrada, se puede ver como la evapotranspiración de referencia varía bastante en el transcurso de un año medio. El mínimo de la misma se produce en el mes de diciembre, comenzando con una subida constante de los valores de la misma hasta llegar al mes de julio, cuando comienza a descender. Estos datos serán claves para el cálculo de las dosis de riego, las cuales serán detalladas en anejos posteriores.

4.7. Radiación

La radiación es un parámetro que mide la energía total que llega al suelo procedente, principalmente del sol. Este es un elemento fundamental, pues determina el crecimiento de las plantas así como su desarrollo. En los meses de menor radiación, la producción total de biomasa se ve más limitada, siendo, en consecuencia, el crecimiento vegetativo menor respecto a otras épocas del año. En la figura 28, adjunta a continuación se puede observar la variación de esta medida en los diferentes meses del año, destacando los meses de verano como aquellos en que la radiación es mayor.



Figura 28 variación de la radiación por mes en la zona de estudio

5. Condicionante edáfico del lugar del proyecto

5.1. Introducción

El suelo es, junto con el clima, el factor más importante para definir la viabilidad de un cultivo en un entorno determinado. El suelo es crucial, en el caso de los cultivos en general y de los frutales en particular ya que es este el que tiene la función de suministrar el agua y los nutrientes a la planta, actuando como almacén de los mismos. Adicionalmente el suelo sirve como medio para que, junto con las raíces del mismo el árbol pueda anclarse al terreno y así defenderse de los fuertes vientos.

Todas estas funciones están íntimamente relacionadas con una característica esencial del suelo: la textura del mismo. La textura de un suelo se define como el conjunto de sustancias inorgánicas de diferentes tamaño que forman el terreno.

El tamaño de estas partículas es el parámetro que se emplea para clasificar las mismas. En base a este se puede encontrar: arena, limo y arcilla (ordenado de mayor tamaño de

partícula a menor). Por lo general, las partículas más pequeñas tienen mayor capacidad de retención de agua y de nutrientes.

La arcilla tiene origen mineral y se caracteriza por tener la capacidad de volverse plástica al añadirle una determinada cantidad de agua. Adicionalmente hay que destacar que la arena proporciona estructura y porosidad al suelo así como los limos proporcionan capacidad de retención de agua.

5.2. Estudio de las propiedades físicas del suelo

La zona elegida para el desarrollo de este proyecto destaca por estar compuesta por bancales, muchos de los aquí presentes poseen tierras que han sido transportadas desde lugares altos de la montaña para poder tener un suelo más fértil y profundo. Es por ello que la determinación de horizontes dentro de la zona de estudio se ha hecho bastante difícil, y los análisis proporcionados no muestran ninguna clara división de horizontes, una miniatura de la hoja análisis efectuada se puede encontrar a continuación en la figura 29. Todos los componentes de estos análisis se irán comentando en puntos posteriores dentro de este apartado de una manera más detallada. En este boletín también se adjuntaba una hoja con comentarios adicionales que, aunque no se muestren en ella, se mostrarán igualmente en párrafos venideros.

El boletín de análisis adjunto recoge la media de los parámetros obtenidos tras realizar numerosas tomas de muestras en las parcelas que componen la zona de estudio. Estos fueron realizados por el cabildo de la Palma en el marco de un programa de agricultura sostenible que se estaba desarrollando sobre esta zona. Como se puede apreciar en los mismos, la ejecución de estos datos de inicios del año 2022.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

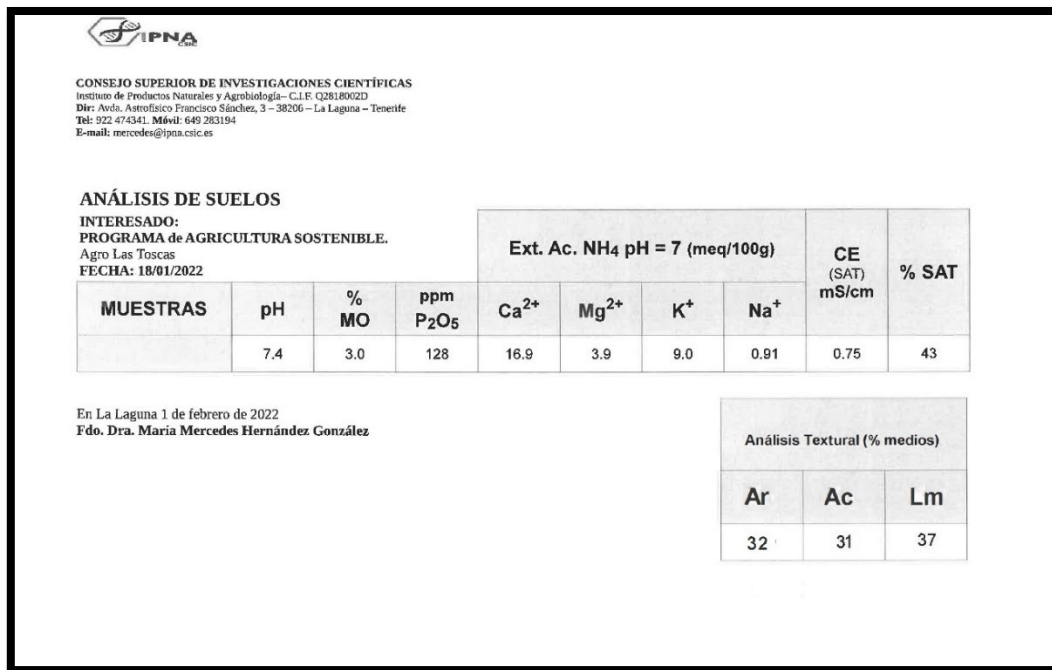


Figura 29 Boletín de análisis proporcionado para el desarrollo de este proyecto.

En la tabla 5, adjunta a continuación se muestran estos mismos análisis en forma de tabla.

pH	%MO	P ₂ O ₅ (ppm)	Complejo de cambio (meq/100 gr)				CE (sat) dS/m	% SAT
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺		
7,4	3,0	128	16,9	3,9	9,0	0,91	43	

Tabla 5 resumen de las propiedades del suelo del proyecto.

5.2.1. Profundidad

Aunque no aparezca en la figura 29, que precede a este párrafo, en dicho análisis también había una serie de comentarios adicionales, dentro de estos se detallaba entre otros, que la profundidad media del suelo era de 0,80 m. Adicionalmente cabe destacar que en parcelas cercanas, con características similares actualmente también hay algunos cultivos de mango, los cuales se desarrollan sin problema alguno.

5.2.2. Densidad aparente

En la sección de comentarios del boletín de análisis también se especificó la densidad aparente media de todas las muestras, siendo esta 1,02 gramos por centímetro cúbico. No es una densidad excesivamente alta debido a que el porcentaje de arena no es muy alto.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

La densidad aparente tiene utilidad a efectos de cálculo, para poder determinar, por ejemplo, las dosis de riego, de fertilización o de enmiendas, si fuera necesario.

5.2.3. Análisis textural

La textura de un suelo es el parámetro que más define sus propiedades. Esta influye, por ejemplo en la conductividad térmica, la capacidad de retención de agua y nutrientes y la movilidad de estos dentro del perfil del suelo.

En la figura 29 se muestra una media de las texturas que fueron recogidas en los numerosos análisis de la finca, aunque cabe destacar que estas mostraban bastante homogeneidad. La media muestra que la clase textural más abundante es el limo con un 37%, seguido de la arena, con un 32% y finalmente de la arcilla, con un 31%. Con estos datos se deduce que este suelo presenta una textura franco arcillosa, la cual no es peligrosa para este cultivo pues permite cierto drenaje y sin causar serios problemas de encharcamiento.

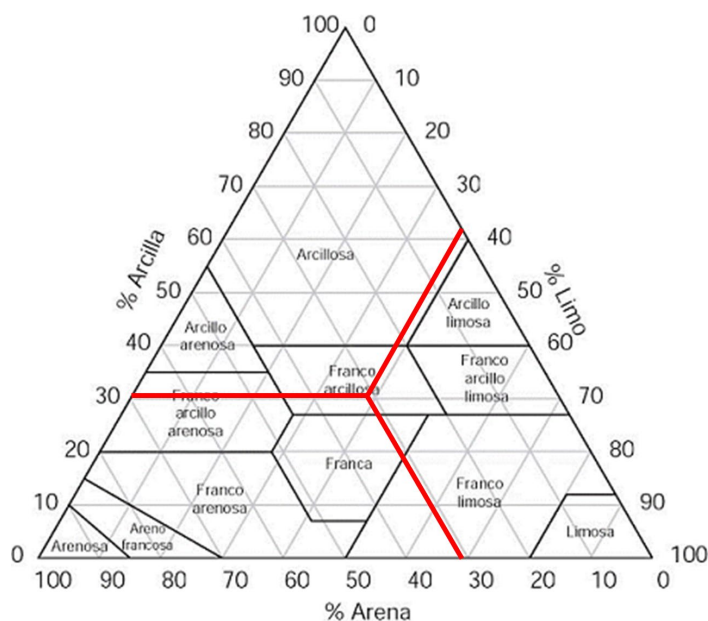


Figura 30 triángulo textural con los datos del suelo de la parcela del proyecto

En los análisis de suelo proporcionados no se incluía ni la capacidad de campo ni la humedad en el punto de marchitez permanente, pero gracias a que se poseen los porcentajes texturales de este suelo es posible calcularlo. Para ello se va a emplear las fórmulas propuestas por Raws et al (1992), que se exponen a continuación:

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Cálculo de la capacidad de campo (CC)

$$CC \frac{(cm^3)}{(cm^3)} = 0,2576 - 0,002 * \%arena + 0,0036 * \%arcilla + 0,0299 * \%MO$$

Si se aplica al caso concreto de este proyecto, con un 31% de arcilla y un 32% de arena, junto con un 3% de materia orgánica, el resultado de la humedad a capacidad de campo es:

$$CC=0,2576-0,002*32+0,0036*31+0,0299*3=0,3949$$

Para el caso concreto del punto de marchitez permanente (PMP) se deberá aplicar la siguiente fórmula:

$$PMP \frac{(cm^3)}{(cm^3)} = 0,026 + 0,005 * \%arcilla + 0,0158 * \%MO$$

$$PMP=0,026+0,005*31+0,0158*4=0,2442$$

Con estos cálculos efectuados se concluye que la humedad volumétrica a capacidad de campo es un 39,49% mientras que la humedad del punto de marchitez es un 24,42%. Por último, el parámetro verdaderamente necesario para el riego es el agua útil (AU), este se calcula restando a la humedad en capacidad de campo la humedad del punto de marchitez permanente. Con esto queda que:

$$AU= CC- PMP; AU= 39,49\% - 24,42\%= 15,07\%$$

Con estos cálculos se concluye que el agua útil, es decir la cantidad de agua que la planta puede aprovechar es un 15% volumétrico. Este parámetro, junto con otros, se empleará en el anejo del diseño del sistema de riego para definir las dosis a aplicar en el mismo y realizar el dimensionamiento de las tuberías.

5.3. Estudios de las propiedades químicas del suelo

5.3.1 pH

El pH es la medida de la acidez del suelo. Esta parámetro es fundamental ya que determina la disponibilidad de los nutrientes en el suelo al modificar, según su valor, las formas moleculares en que estos se encuentran, así como afectar a multitud de procesos biológicos que se desarrollan en los mismos.

El pH medio del grupo de parcelas del presente proyecto es de 7,4, ligeramente mayor del rango recomendado para el cultivo de este frutal, que es de 5,5 a 7,0. Hay que recalcar que a pesar de esto, el árbol podrá prosperar correctamente, aunque su rendimiento no será demasiado alto. En este contexto será de vital importancia ajustar la fertilización de aquellos elementos con menor presencia a pH elevados, como en cinc o el hierro, pudiendo ser necesario aplicar agentes quelantes de los mismos.

5.3.2. Salinidad

La salinidad de un suelo hace referencia a la cantidad de sales que hay presentes en el mismo. De manera natural los suelos poseen sales, que proceden normalmente de la descomposición de los minerales presentes en el mismo, aunque también pueden ser introducidas por el agua de lluvia con fenómenos como la calima, de especial relevancia en las islas Canarias. De forma artificial, la aplicación de aguas de riego que posean un contenido en sales superior al de las contenidas en el suelo sin efectuar una aplicación de agua adicional (fracción de lavado) conduce inevitablemente a un aumento en la concentración de sales en el suelo.

Si bien es verdad que algunas sales pueden actuar como fertilizante para las plantas, por lo general su efecto es perjudicial. A mayor cantidad de sales hay disueltas en el agua del suelo, mayor es la presión osmótica de la misma, en otras palabras, a la planta le cuesta más absorberla, así como destacar que el volumen de agua disponible también será reducido. Huelga decir que, al igual que, como se comentó al inicio de este párrafo, existen determinadas sales que pueden tener efectos positivos sobre las plantas, existen también otras que pueden tener efectos negativos si su concentración es excesiva, como es el caso de los cloruros o el boro.

El suelo de la zona de estudio tiene una salinidad de 0,75 dS/m, tal y como se puede apreciar en la tabla 5. Como se ha comentado anteriormente en este documento, el mango es capaz de tolerar hasta 1,5 dS/m sin pérdida de rendimiento, por lo que este suelo es ideal para el establecimiento de este cultivo.

5.3.3. Materia orgánica

La materia orgánica del suelo está compuesta por un gran número de moléculas cuyos átomos principales son de carbono y que proceden de antiguos restos orgánicos

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

descompuestos. Estas destacan por tener un elevado peso molecular y gran número de cargas negativas.

La materia orgánica en el suelo puede desempeñar múltiples funciones. Las características más destacables de la misma son, por un lado su alta capacidad de retención de agua. La materia orgánica tiene capacidad por sí solo de retener cantidades importantes de agua, lo cual es fundamental en la aplicación de riegos. Adicionalmente la materia orgánica, gracias a sus cargas negativas, tiene alta capacidad de adherencia de cationes, como el potasio o el amonio, necesarios para la nutrición de las plantas. Así, se puede ver que la materia orgánica actúa como reserva de nutrientes del suelo.

Adicionalmente hay que destacar que esta puede adherirse a las arcillas del suelo formando el complejo arcillo húmico, el cual ayuda a estructurar el suelo.

Adicionalmente este humus tiene un estímulo sobre el crecimiento radicular de las plantas así como servir de refugio a la microbiota del suelo, la cual favorece de manera positiva el desarrollo vegetal.

El suelo de las parcelas elegidas para este estudio muestra un contenido medio en materia orgánica de un 3%, el cual es superior a la media de los suelos que se pueden encontrar en la península. En el caso concreto del cultivo del mango, hay que destacar que este no es especialmente exigente en el contenido de humus en el suelo, pudiendo afectarle negativamente en caso de que este fuese muy elevado. Para el establecimiento en el lugar elegido no se considera que no será necesario efectuar ninguna actuación para incrementar el contenido de la misma, siendo esta de un valor adecuado.

5.3.4. Análisis de otros compuestos químicos del suelo

Además de las ya mencionadas propiedades químicas, en el análisis efectuado se ha cuantificado la presencia de algunos nutrientes, cuya presencia es de vital importancia conocer a fin de determinar la necesidad de realizar un abonado de fondo antes del establecimiento de esta plantación. Un resumen de los mismos puede apreciarse a continuación en la tabla 6.

P ₂ O ₅ (ppm)	Complejo de cambio (meq/100 gr)				% SAT
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
128	16,9	3,9	9,0	0,91	43

Tabla 6 abundancia absoluta de nutrientes en el suelo del proyecto

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

En los párrafos venideros se va a evaluar el nivel de fertilidad de este suelo. Para ello primero se debe traducir estos parámetros a unidades en que se pueda comparar con valores de referencia, a fin de conocer si la plantación frutal propuesta necesitará de actuaciones adicionales.

Como se ha comentado anteriormente, la densidad aparente de este suelo es de 1,02 gr/cm³, valor que será de especial utilidad para efectuar las conversiones próximas. La primera operación que se debe efectuar el paso de meq/100 gr a ppm (mg/kg).

- Calcio: Un equivalente (Eq) es la división del peso molecular (Pm) entre el número de valencia (V), en base a esto se puede deducir que a sabiendas de que la valencia del calcio son 2 y su peso atómico es 40 g/mol, 1 equivalente de calcio son 20 gramos en base a los siguientes cálculos:

$$Eq = \frac{Pa}{V}; \frac{40 \frac{gr}{mol}}{2 \frac{eq}{mol}} = 20 \text{ gr}$$

Con este cálculo y sabiendo que 1 miliequivalente (meq) son 10⁻³ eq se deduce que la cantidad de calcio en el complejo de cambio son 16,9*10⁻³ eq/100 gramos que se corresponde con 0,169*10⁻³ eq/gr, y a sabiendas de que un equivalente de calcio son 20 gr se obtiene que:

$$0,169 \frac{10^{-3} eq \text{ calcio}}{gr \text{ suelo}} * 20 \frac{gr \text{ calcio}}{eq \text{ calcio}} = 3,38 * 10^{-3} \frac{gr \text{ calcio}}{gr \text{ suelo}}$$

En este suelo hay 3,38*10⁻³ gramos de calcio por cada gramo de suelo, lo que equivale a 3,38 miligramos de calcio por cada gramo de suelo y que a su vez equivale 3380 mg calcio/kg suelo, y comparándolo con la tabla 7, adjunta a continuación se puede observar que este es un nivel medio, por lo que no será necesario realizar ningún aporte del mismo ni existirán problemas de carencias, así como tampoco existir problemas de antagonismos al no ser un nivel excesivamente alto.

- Magnesio: Al igual que con el calcio, lo primero que se debe hacer en este caso es calcular la masa del equivalente de magnesio. A sabiendas de que su valencia

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

es 2 y su peso atómico es 24 gramos por mol, se concluye que un equivalente de magnesio es 12 gramos:

$$Eq (Mg) = \frac{Pa}{V}; \frac{24 \frac{gr}{mol}}{2 \frac{eq}{mol}} = 12 gr$$

Tras esto, y con los datos mostrados en la tabla 5 se conoce que cada gramo de suelo tiene $0,039 \cdot 10^{-3}$ equivalentes de magnesio, con lo que se puede calcular ya a continuación la cantidad de este elemento que hay por cada gramo de suelo, siendo esta:

$$0,039 \cdot 10^{-3} \frac{eq Mg}{gr\ suelo} * 12 \frac{gr Mg}{eq Mg} = 0,468 \cdot 10^{-3} \frac{gr Mg}{gr\ suelo}$$

Resultando en que este suelo posee $0,468 \cdot 10^{-3}$ gramos de magnesio por gramo de suelo lo que equivale a su vez a 0,468 miligramos de magnesio por cada gramo de suelo y a 468 mg Mg/ Kg suelo, lo que comparándolo con la tabla 7, anexa a continuación, se corresponde con un nivel muy alto de magnesio en el suelo, lo que podría acarrear algunos problemas de disponibilidad de algunos nutrientes por antagonismos.

Nivel de fertilidad	Contenido en calcio (mg Ca/kg de suelo)	Contenido en magnesio (mg Mg/kg de suelo)
Muy bajo	≤ 700	≤ 60
Bajo	700-2000	60-80
Medio	2000-4000	80-100
Alto	4000-6000	100-120
Muy alto	> 6000	> 120

Tabla 7 niveles de fertilidad de calcio y magnesio en el suelo. Fuente: Casas Flores, 2012

- Potasio: El potasio (K) es uno de los tres macronutrientes que las plantas demandan. En los análisis mostrados anteriormente se destaca que este elemento se halla en unas concentraciones de 9 meq/100 gramos de suelo. De igual manera que con los otros nutrientes, se va a transformar estos datos en unos valores que se puedan comparar con la tabla 8 adjunta a continuación.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

A sabiendas de que un átomo de potasio tiene una masa de 39 gramos/mol y que su valencia es 1 positiva se deduce que un equivalente de potasio son 39 gramos. Con esto, y sabiendo que la concentración del mismo en el complejo de cambio es $0,09 \cdot 10^{-3}$ eq/ gramo de suelo se obtiene que:

$$0,09 \cdot 10^{-3} \frac{eq K}{gr\ suelo} * 39 \frac{gr K}{eq K} = 3,51 \cdot 10^{-3} \frac{gr K}{gr\ suelo}$$

El resultado de estas operaciones muestra que cada gramo de suelo contiene $3,51 \cdot 10^{-3}$ gramos de potasio. Dado que los intervalos expresados en la tabla 8,

Nivel de fertilidad	Secano			Regadío		
	Ligeros	Medios	Fuertes	Ligeros	Medios	Fuertes
Muy bajo	$K \leq 50$	$K \leq 65$	$K \leq 80$	$K \leq 60$	$K \leq 75$	$K \leq 90$
Bajo	$50 < K \leq 90$	$65 < K \leq 130$	$80 < K \leq 140$	$60 < K \leq 100$	$75 < K \leq 140$	$90 < K \leq 150$
Correcto	$90 < K \leq 130$	$130 < K \leq 200$	$140 < K \leq 220$	$100 < K \leq 150$	$140 < K \leq 220$	$150 < K \leq 240$
Alto	$130 < K \leq 180$	$200 < K \leq 260$	$220 < K \leq 330$	$150 < K \leq 240$	$220 < K \leq 280$	$240 < K \leq 350$
Muy alto	$K > 180$	$K > 260$	$K > 330$	$K > 240$	$K > 280$	$K > 350$

Tabla 8 niveles de fertilidad de potasio en el suelo en mg K/Kg de suelo. Fuente: Casas Flores, 2012

adjunta a continuación están expresados en mg K/ Kg de suelo, todavía se necesita hacer un par de conversiones más a este resultado obtenido. Así, de $3,51 \cdot 10^{-3}$ gramos de potasio por cada gramo de suelo se obtiene que hay 3,51 miligramos de potasio cada gramo de suelo que a su vez equivale a 3510 miligramos de potasio cada kilo de suelo. Si se observa la ya mencionada tabla 8, en donde se muestran los niveles de fertilidad de potasio, se puede ver que sobrepasa con creces todos los límites aquí marcados. Dado que este suelo se va a emplear para un cultivo con riego, se puede apreciar que la fertilidad del mismo se califica como ‘muy alta’.

- Fósforo: El fósforo (P) es otro de los macronutrientes que todo cultivo necesita. En este caso la comparación de la fertilidad se realizará con la tabla 9, anexa a continuación. La cantidad recogida en el análisis es de 128 ppm. En este caso, dado que este parámetro se expresa en unas unidades diferentes a las dadas anteriormente los cálculos a aplicar para convertir la misma serán distintos. En primer lugar esta medida viene expresada en pentóxido de fósforo (P_2O_5) en ppm (o mg/Kg), mientras que aquellas de las tablas en que se debe comparar la

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

medida de la fertilidad viene expresada en fósforo elemental (P), por lo que se deberá aplicar un factor de conversión.

Para saber dicho factor de conversión se debe primero conocer la masa molar de cada uno de dichos compuestos, siendo estas.

-Masa molar fósforo (P) atómico: 31 gr/mol

-Masa molar pentóxido de fósforo (P₂O₅): 142 gr/mol

Si se divide la masa molar del fósforo atómico entre la del pentóxido de fósforo (P₂O₅) se obtiene 0,21831, que es el factor por el que hay que multiplicar la cantidad de este nutriente dada para poder interpretarla. Así nos queda que:

$$128 \text{ (ppm)} * 0,21831 = 27,94 \text{ ppm o mg P/Kg suelo}$$

En esta caso el resultado ya venía dado en miligramos de fósforo por cada kilo de suelo por lo que ya se puede directamente emplear este valor en la tabla 9, adjunta a continuación. En las anotaciones adjuntas al boletín de análisis se destacaba que el método de análisis elegido para la determinación de su riqueza fue el de Olsen, por lo que se empleará los datos de la parte de la tabla anexa correspondientes para interpretar los resultados de esta analítica.

Nivel de fertilidad	Método de Olsen						Método de Bray
	Secano			Regadío			
	Ligeros	Medios	Fuertes	Ligeros	Medios	Fuertes	
Muy bajo	P ≤ 5	P ≤ 6	P ≤ 8	P ≤ 6	P ≤ 8	P ≤ 10	P ≤ 3
Bajo	5 < P ≤ 10	6 < P ≤ 12	8 < P ≤ 16	6 < P ≤ 12	8 < P ≤ 16	10 < P ≤ 20	3 < P ≤ 7
Correcto	10 < P ≤ 15	12 < P ≤ 18	16 < P ≤ 24	12 < P ≤ 18	16 < P ≤ 24	20 < P ≤ 30	7 < P ≤ 20
Alto	15 < P ≤ 20	18 < P ≤ 28	24 < P ≤ 40	18 < P ≤ 29	24 < P ≤ 32	30 < P ≤ 40	20 < P ≤ 30
Muy alto	P > 20	P > 28	P > 40	P > 29	P > 32	P > 40	P > 30

Tabla 9 niveles de fertilidad de fósforo expresados en mg P/Kg suelo. Fuente Casas Flores, 2012

Con los parámetros anteriormente mostrados en la precedente tabla, y sabiendo que el suelo tiene una textura media-pesada, así como que el objetivo es que este se someta a regadío se puede ver que el rango de fertilidad del mismo, del entorno de 28 ppm de fósforo elemental se puede encuadrar en un nivel de fertilidad correcto, por lo que este cultivo no tendrá carencias de este nutriente pero tampoco se deberá descuidar el aporte del mismo durante su abonado.

- Sodio: El sodio tiene un papel muy residual en la nutrición vegetal, pero en cambio sus efectos negativos sobre las plantas pueden llegar a cobrar cierta

importancia si este se encuentra en una abundante cantidad. Para medir la gravedad de este existe un parámetro denominado porcentaje de sodio intercambiable (PSI). El porcentaje de sodio intercambiable mide la cantidad de carga que utiliza el sodio de toda la capacidad de intercambio catiónico de este suelo.

Aunque el dato de la CIC total no se proporciona en boletín de análisis, en la tabla 5 se proporciona los miliequivalentes ocupados por las principales bases y el porcentaje de saturación del complejo de cambio, por lo que si se suman todas estas bases y se divide entre porcentaje de saturación, que es un 43%, se obtendrá la CIC total, a partir de la cual se puede calcular el PSI.

Suma de las bases principales: $\sum V = [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] + [K^+] + [Na^+] = 16,9 + 3,9 + 9,0 + 0,91 = 30,71$ meq/100 gr suelo.

Esta suma de las bases representa el 43% de la saturación del suelo (es decir que de este suelo solo está cubierta 43 de cada 100 cargas), por lo que

$$CIC * 0,46 = \sum V; \frac{30,71}{0,46} = CIC = 71,42 \frac{meq}{100 \text{ gr suelo}}$$

efectuando un pequeño cálculo, se puede deducir que la CIC total de este suelo será:

La capacidad de intercambio catiónico total de este suelo es de 71,42 meq cada 100 gramos de suelo. El PSI es la fracción que el sodio adherido al complejo de cambio representa sobre toda la CIC.

Así con ambos datos ya disponibles se puede concluir en que la PSI es:

$$PSI = \frac{[Na^+]}{CIC} * 100; \frac{0,91}{71,42} * 100 = 1,27 \%$$

Con esto se concluye que el porcentaje de sodio intercambiable es un 1,27%, lo que representa un porcentaje muy bajo. Normalmente se recomienda que se tomen medidas en suelos con un porcentaje superior al 10% o al 7,5% en suelos con arcillas expansibles, lo cual dista mucho de la situación actual de este suelo, por lo que no será necesario actuar.

- Otros nutrientes: En el boletín de análisis presentado no se analizaron más nutrientes de los ya mostrados. Respecto al nitrógeno cabe destacar que el

contenido del mismo en este suelo se desconoce, por lo que las necesidades nutricionales del mismo se calcularán como si el mismo no tuviese ni déficit ni exceso, asimismo cabe destacar que debido a la facilidad de este elemento para lixiviarse o volatilizarse las probabilidades de que se encuentre en cantidades abundantes es nula, más aún destacando que cerca de una tercera parte de esta finca se halla actualmente en estado de abandono.

En lo que respecta a otros micronutrientes no se constataron valores anormales en estudios efectuados con anterioridad, tal y como se mencionó en el apartado de comentarios, dentro de este boletín de análisis previamente adjuntado, por lo que no se efectuó una cuantificación de los mismos en esta ocasiones. Las únicas precauciones que se podrían tomar al respecto podrían darse sobre el agua de riego, cuya composición se discutirá más adelante.

6. Condicionante del agua del riego del lugar del proyecto

6.1. Introducción

El agua de riego va a ser un elemento fundamental en este proyecto, ya que se espera que aporte aproximadamente el 70% de las necesidades hídricas de la futura plantación. La calidad de estas aportación hídricas va a ser fundamental ya que la misma puede afectar negativamente al cultivo si posee compuestos perjudiciales para las plantas.

Uno de los parámetros fundamentales del agua de riego es la salinidad. Si esta es demasiado salina y no se toman las precauciones adecuadas, como aplicar una fracción de lavado, las sales pueden llegar a acumularse en el suelo, incrementando la presión osmótica de la misma y dificultando su absorción por parte de las plantas.

Adicionalmente una acumulación excesiva de sales en el suelo, especialmente de sodio puede conducir a la destrucción de la estructura del mismo, disminuyendo su fertilidad y resistencia a la erosión, así como desplazar a otros cationes esenciales para la planta en el complejo de cambio. Adicionalmente, una excesiva acumulación de sales puede variar el pH del suelo, dificultando el desarrollo radicular de los cultivos.

Adicionalmente, existen determinados cationes que pueden estar disueltos en esta y que al acumularse en el suelo pueden ocasionar problemas de fitotoxicidad a las plantas instaladas en él, siendo especialmente preocupante el caso de los cloruros o el boro.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

También hay que destacar que otros parámetros como la cantidad de partículas disueltas así como su tamaño pueden ser de interés especial de cuantificar ya que pueden ocasionar problemas de obturación en los emisores.

En la figura 31, adjunta tras este párrafo, se muestra un boletín de análisis efectuado sobre el agua de riego de una finca cercana del municipio de Puntallana. Esta fue efectuada por el cabildo de la Palma y fue proporcionada por la comunidad de regantes del término municipal de Puntallana. Asimismo, los parámetros analizados se pueden apreciar con más claridad en la tabla 10, adjunta a continuación.

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 Instituto de Productos Naturales y Agrobiología – C.I.F. Q2818002D
 Dir. Avda. Astrofísico Francisco Sánchez, 3 – 38206 – La Laguna – Tenerife
 Tel: 649263194
 E-mail: mercedes@ipna.csic.es

INTERESAD@: AGRO LAS TOSCAS, L. PLATANERA.

Referencia SIGPAC: 38 30 9 203 7

ORIGEN: Depósito. Ecológico.

ANÁLISIS DE AGUA						
Conductividad CE (25 °C).....85 uS/cm						
pH.....7.8						
CATIONES			ANIONES			Observaciones
	ppm	meq/L		ppm	meq/L	
Calcio (Ca ²⁺)	2.3	0.12	Carbonato (CO ₃ ²⁻)	No detectable		Se cuantificaron 0.075 ppm de Cr, 0.791 ppm de Pb, 0.041 ppm de Zn. No se detectó presencia de As, Cd, Co y Ni. Se detectaron trazas < 0.04 ppm de B, Cu, Fe, Mn, Hg, Mo, Pd y Se.
Magnesio (Mg ²⁺)	1.1	0.09	Bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	24.4	0.40	
Sodio (Na ⁺)	6.0	0.26	Sulfato (SO ₄ ²⁻)	No detectable		
Potasio (K ⁺)	3.0	0.07	Cloruro (Cl ⁻)	10.8	0.30	
			Fosfato (PO ₄ ³⁻)	No detectable		
			Nitratos (NO ₃ ⁻)	No detectable		
			Nitritos (NO ₂ ⁻)	No detectable		

En La Laguna a 16 de abril de 2021



Figura 31 recorte de los análisis del agua de riego de Puntallana

El agua disponible para esta parcela procede de la balsa de Manuel Remón, ubicada al oeste del casco urbano del municipio, a 350 msnm. Esta es gestionada por la comunidad de regantes de Puntallana.

CATIONES			ANIONES		
Molécula	ppm	meq/L	Molécula	ppm	meq/L
Calcio (Ca^{2+})	2,3	0,12	Bicarbonato (HCO_3^-)	24,4	0,4
Magnesio (Mg^{2+})	1,1	0,09	Cloruro (Cl^-)	10,8	0,3
Sodio (Na^+)	6	0,26	Sulfato (SO_4^{2-})	0	0
Potasio (K^+)	3	0,07	Fosfato (PO_4^{3-})	0	0

Tabla 10 resumen de los análisis del agua de riego obtenidos

En la ya mencionada tabla 10 se han recogido los principales elementos detectados en el agua de riego, como se puede apreciar en la figura 31, también se incluían una serie de comentarios con otros elementos detectados en mucha menor proporción. Todos ellos se nombrarán y comentarán a continuación junto con los ya mostrados.

6.2. Salinidad

El agua de riego analizada tenía una conductividad eléctrica de 0,085 dS/m, lo que significa que la salinidad de esta es muy baja, siendo el riesgo que esta representa para las plantas igualmente bajo. Como se ha comentado anteriormente, la salinidad puede tener unos efectos muy perniciosos sobre la estructura del suelo y sobre el agua disponible para las plantas.

Como se ha comentado anteriormente, la mayoría de los patrones de mango soportan aguas de riego de hasta 1,5 dS/m sin sufrir una bajada de rendimiento, valores que distan mucho de la salinidad que posee esta agua de riego. No obstante, será importante tener en cuenta el total de sales aportadas por esta agua de riego, que aún siendo pequeñas y de no aplicar una fracción de lavado adecuada podría resultar a la larga en una acumulación de sales en el suelo, con todos los problemas que ello acarrearía, ya comentados anteriormente. Además de todo lo aquí comentado hay que tener en cuenta los iones presentes en el agua de riego, pues algunos pueden ser bastante perjudiciales, a continuación se hará un comentario sobre los iones presentes en el agua de riego.

6.3. Iones más abundantes y sus efectos

-Cloruros: Son cloruros pueden llegar a ser especialmente dañinos si se encuentran en el agua de riego a elevadas concentraciones, derivando en problemas de fitotoxicidad en las plantas. En el agua analizada, las concentraciones de cloruros son de 10,8 ppm. Tal y como se ha comentado anteriormente, los mangos habitualmente toleran hasta 200 ppm de cloruros disueltos en el agua de riego. En el caso del patrón israelí 13/1 esta

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

tolerancia puede llegar a 600 ppm, aunque los patrones usados en las islas canarias, especialmente Gomera-1 y Gomera-3 tienen una buena tolerancia a las sales en general y los cloruros en particular, sin llegar a ser tan altas como el portainjerto israelí anteriormente mencionado.

-Sodio: Como se ha comentado anteriormente, el sodio puede ser muy perjudicial para la reducción de la estructura del suelo así como impedir el incremento de la fertilidad del suelo, bloqueando el complejo de cambio e impidiendo que este pueda formar puentes con otros componentes de carga negativa del suelo (materia orgánica, arcilla o iones, como los fosfatos) a diferencia de aquellas sustancias que, como el calcio, tienen doble carga positiva.

El SAR (relación de adsorción de sodio) es un parámetro que mide el potencial efecto destructivo que podría tener el sodio sobre la permeabilidad del suelo. Para su cálculo, se necesita saber las concentraciones del calcio, sodio y magnesio en meq/L. La fórmula de este parámetro, junto con los datos a emplear del mismo, ajustados al caso de este agua de riego en particular se pueden apreciar a continuación.

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}; SAR = \frac{0,26}{\sqrt{\frac{0,12 + 0,09}{2}}} = 0,802$$

El SAR de esta agua de riego es 0,802. Para poder interpretar estos datos hay que relacionarlo con la conductividad eléctrica del agua de riego. A continuación, en la figura 32, se puede apreciar la gráfica de la normativa Riverside. Esta clasificación sirve para determinar si el agua de riego presenta riesgos de salinidad o sodicidad para el terreno elegido para este proyecto.

Con el SAR ya calculado, solo faltaría hacer la conversión de la conductividad eléctrica, ya que en la figura mencionada, no se muestra en dS/m. Para pasar de esta unidad de medida de la conductividad a la ya mencionada simplemente se debe multiplicar por 1000, de tal manera que la conductividad del agua de riego disponible en esta zona es de 85 micromhos/cm. Introduciendo este valor en la figura 32, junto con el valor de SAR ya calculado se obtiene que este agua es de tipo C1-S1 (el punto rojo es la representación de esta agua de riego).

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

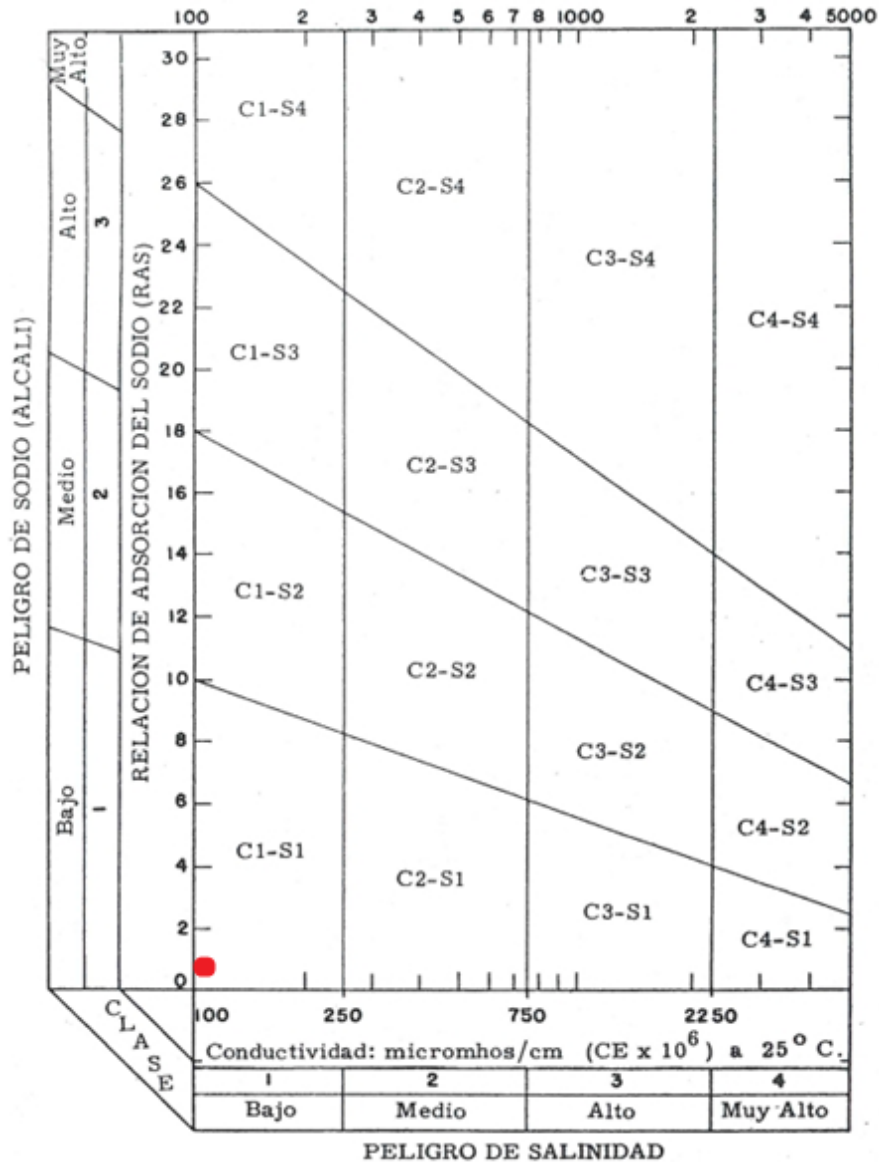


Figura 32 Clasificación de esta agua según normativa de Riverside

Según la ya mencionada normativa, un agua que sea de tipo C-1 es de muy buena calidad, y su uso solo sería limitante en suelos de muy baja permeabilidad. En cuanto al tipo S-1, es un agua de muy bajo contenido en sodio, muy apta para todos los cultivos, pero al igual que en caso anterior, su uso en suelos de baja permeabilidad implicaría a largo plazo un riesgo de acumulación de sodio en el mismo.

El suelo del emplazamiento elegido, como se comentó anteriormente, es de una textura franco-arcillosa. Para saber con mayor certeza si este suelo tiene una permeabilidad excesivamente baja, se ha adjuntado a continuación, en la tabla 11, una guía, extraída de las publicaciones del departamento de agricultura de EEUU (USDA).

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

TEXTURA	Permeabilidad cm/h	Índice de plasticidad	Capacidad de almacenaje de agua cm/cm
Arcilloso-Arcillo limoso	0,15 – 0,50	10 – 20	0,14 – 0,16
Franco arcillo limoso	0,50 – 1,60	10 – 20	0,18 – 0,20
Franco arcilloso	0,50 – 1,60	15 - 20	0,18 – 0,20
Franco	1,60 – 5,00	5 - 10	0,14 – 0,18
Franco limoso	1,60 – 5,00	5 - 10	0,15 – 0,20
Arcillo arenoso	0,15 – 0,50	5 - 20	0,12 – 0,16
Franco arcillo arenoso	0,50 – 1,60	5 - 15	0,10 – 0,16
Franco arenoso muy fino	1,60 – 3,00	5 - 10	0,16 – 0,18
Franco arenoso	5,00 – 16,00	---	0,11 – 0,13
Areno franco	16,0 – 50	---	0,08 – 0,10
Arenoso	+50	---	0,06 – 0,03

Tabla 11 Relación entre textura y permeabilidad del suelo. Fuente: Publicaciones de soil conservation service, USDA

Con esta tabla, se puede ver que para los suelos franco arcillosos, los valores de permeabilidad normales oscilan entre 0,50 y 1,60 cm/h. por último, en la tabla 12, anexa a continuación, se dan también una serie de valores de referencia y su clasificación respecto a la permeabilidad de los mismos.

Velocidad de infiltración (cm/h)	Clases de infiltración
> 50,8	Muy rápido
15,80 - 50,8	Rápido
15,24 - 15,80	Moderadamente rápido
5,08 - 15,24	Moderadamente lento
0,51 - 5,08	Lento
0,0038 - 0,51	Muy lento
< 0,0038	Impermeable

Tabla 12. Relación entre velocidad de infiltración y clasificación de las mismas. Fuente: Publicaciones de soil conservation service, USDA

La velocidad estimada de infiltración de este suelo es de lenta, según la clasificación mostrada en la tabla 12. En base a ello se puede deducir que no sería necesario tomar ninguna medida sobre el agua de riego, pero sí se va a recomendar al promotor que se efectúen análisis completos de suelo cada varios años a fin de determinar la evolución del mismo, pues el contenido en sales de esta agua de riego podría variar o el suelo podría no soportar tan bien la aplicación continuada de esta agua.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

-Calcio y magnesio: El calcio y el magnesio son unos elementos que, salvo condiciones de suelos muy básicos, dotan al suelo de propiedades químicas beneficiosas, como la ya mencionada capacidad de estos elementos para formar puentes con sustancias de carga negativa como las arcillas o la materia orgánica, mejorando y fortaleciendo la estructura del suelo, así como permitir la unión de aniones como los sulfatos, nitratos o fosfatos.

Asimismo, estos dos metales tienen un efecto inverso al del sodio, desplazándolo en el complejo de cambio del suelo. Tal y como se muestra en la fórmula del SAR, estos elementos, a mayor concentración, menos perjudicial es el agua de riego.

Desgraciadamente, las concentraciones de ambos no es lo suficiente elevada para compensarlo.

-Potasio: la función fundamental del potasio en el suelo es servir de sustento nutritivo para plantas y la fauna del mismo. El contenido de potasio (K^+) en el agua de riego de la finca del proyecto es de 0,07 meq/L, que equivale a 3 ppm de ion potasio. El contenido en potasio no afecta a la calidad del agua de riego, en cambio, debe ser tenido en cuenta para ajustar las dosis de fertilización ya que se está aportando una dosis adicional del mismo con cada riego. En el anejo de manejo del cultivo se detallará la influencia que este parámetro tendrá sobre el programa de fertilización.

-Bicarbonatos: Los bicarbonatos (HCO_3^-) también están presentes en el agua de riego disponible en este entorno. El principal problema que estas moléculas presentan es el riesgo de obturación de los goteros. Si un agua es rica en bicarbonatos, existe el riesgo de que estos puedan colapsar los emisores por precipitación. Esto sucede porque al finalizar las sesiones de riego, el agua que queda en los aspersores o goteros se evapora, provocando que los bicarbonatos disueltos en esta precipiten. Si este proceso se repite un gran número de veces sin tomar las medidas pertinentes se puede llegar a dar el caso de que los emisores emitan menos agua, llegando a quedar inutilizados. Debido a que una vez precipitados los bicarbonatos, es más difícil volver a solubilizarlos, la única manera de revertir o prevenir esta situación es mediante la acidificación del agua de riego.

NIVELES DE RIESGO DE OBTURACIÓN DE GOTEROS			
	Ninguno	Ligero a moderado	Severo
meq/L (HCO_3^-)	<1,5	1,5-8,5	>8,5
RSC	<1,25	1,25-2,5	>2,5

Tabla 13 Intervalos de riesgo de empleo de aguas con bicarbonatos. Fuente: Nakayama, 1982

En la tabla 13, que se puede ver precediendo este párrafo, se puede apreciar los intervalos de riesgo por el uso de aguas con bicarbonatos. El agua que se desea emplear para el riego del lugar del proyecto tiene una concentración de bicarbonatos de 0,4 meq/L, tal y como se aprecia en la tabla 10. Este valor queda dentro del intervalo de riesgo nulo, por lo que al emplear este agua de riego no se deberá tomar ninguna medida de tratamiento de las mismas al respecto.

-Otros iones disueltos: En el boletín de análisis del agua de riego, se enuncia la ausencia tanto de nitratos, nitritos como de sulfatos, cuyos únicos efectos solo se tendrían en cuenta para calcular dosis de fertilización. Por otro lado, también se registraron una serie de cationes con baja concentración.

Los metales pesados más abundantes en el agua de riego son: plomo (Pb) con una concentración de 0,791 ppm, seguido de cromo (Cr), con una concentración de 0,075 ppm y de cinc (Zn), con una concentración de 0,04 ppm. Todos estos valores se encuentran por debajo de los límites para las aguas de riego (NOM, 1993)

Se detectaron trazas (< 0.04) ppm de B, Cu, Fe, Mn, Hg, Mo, Pd y Se. Las cantidades de estos son demasiado pequeñas para ser tenidas en cuenta ya que no representan amenaza alguna ni para el cultivo ni para la salud humana.

7. Condicionante topográfico del terreno elegido

Una de las peculiaridades de esta parcela es su orografía. El lugar elegido para este proyecto, como se ha comentado anteriormente, está en la ladera este de la isla de la palma.

La pendiente media de las parcelas sobre las que este proyecto pretende asentarse es de un 12%. Además de esto, hay que recalcar que actualmente existen bancales en una parte importante de la superficie. La anchura de los mismos oscila desde 15 metros, los más pequeños hasta 30 metros los de mayor anchura. La altura media de los muros de

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

contención de los bancales es de 1,2 m, habiendo poca variación entre los valores más extremos de la altura de los mismos.

Hay que recalcar que el mango, además de todas las características mencionadas puede soportar sin problema pendientes de hasta un 15%, siendo extremadamente desaconsejable cultivar este frutal en pendientes superiores al 30%.

Por lo general, este terreno no posee ondulaciones relevantes dentro del mismo, sino que se asemeja más a un plano liso inclinado. El plano de inclinación que sigue esta parcela es perpendicular al océano, ubicándose las zonas más bajas de esta parcela en las proximidades de la línea de costa. La diferencia de altura, desde los puntos más altos a los más próximos al océano atlántico es de media, de 55 m, siendo los puntos más altos a 78m y los más bajos a 20 m. Es importante destacar que la frontera que este grupo de parcelas tiene con el mar es un talud de aproximadamente 20 m de altura el cual no tiene playas en su litoral. En la figura 33, adjunta a continuación, se puede observar un perfil de elevación desde la zona más alta a la más baja de este conjunto de parcelas, en cual se puede apreciar que no existen variaciones muy bruscas de la pendiente. Por lo general, todos los perfiles siguen este mismo patrón.

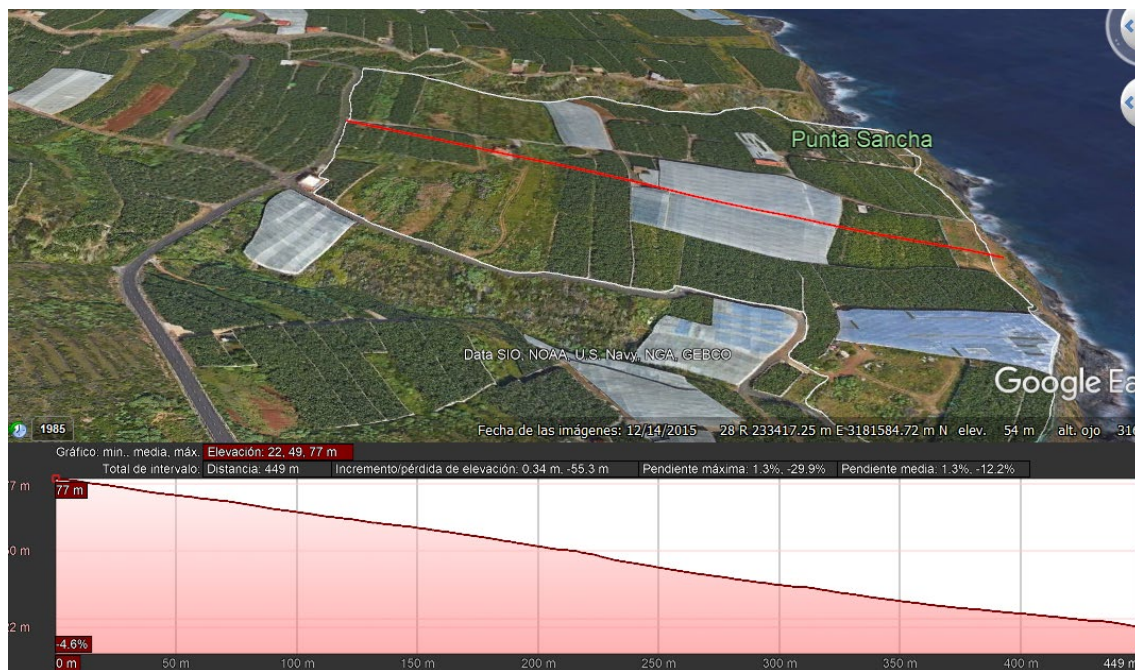


Figura 33 perfil de elevación vertical típico de estas parcelas. Fuente Google earth

El perfil de elevación longitudinal, por lo general, es también bastante llano, destacando que, la tendencia que este sigue es a ser de menor altura en los extremos, los cuales,

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

como se comentó en el anejo 1, están limitando con cursos de agua, así como las zonas de mayor altura, dentro de un mismo perfil horizontal se concentran normalmente en la zona central de los mismos. La pendiente media en estos no suele exceder el 6%.

También se desea mencionar que los bancales aquí contraídos tienden a seguir las curvas de nivel, por lo que en la práctica, dentro de una misma línea de plantación las diferencias son menores. Igualmente cuando se efectúe el diseño de la plantación (más extensamente detallado en el anejo 3), se intentará seguir las curvas de nivel en la selección de la ubicación de las filas de los árboles. En la figura 34, adjunta a continuación se puede observar un ejemplo de un perfil altimétrico horizontal (paralelo a lo línea de costa).



Figura 34 ejemplo del perfil altimétrico típico en la horizontal en este grupo de parcelas. Fuente: Google maps

En conclusión, con las condiciones previamente existentes, una plantación de mango sí podrá ser implantada en este grupo de parcelas al no tener una pendiente excesivamente elevada y que el terreno es muy poco irregular.

8. Conclusiones

La conclusión general que se puede extraer de todos los condicionantes aquí expuestos es que el cultivo de mango podrá adaptarse bien a este emplazamiento.

El régimen de temperaturas se ajusta bastante bien al ciclo fenológico del árbol de mango, con unas primaveras templadas y unos inviernos que no son fríos, en los que es habitual alcanzar mínimas de 11°C, más que suficiente para que se produzca la

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

inducción floral. En este entorno durante el invierno las heladas y temperaturas próximas a 0°C son inexistentes, por lo que no se deberá tomar ninguna medida adicional al respecto.

Las precipitaciones en el entorno elegido no son suficientes para cubrir en su totalidad la demanda de agua que en principio este tipo de frutal suele tener en esta región, por lo que la instalación de un sistema de riego se va a hacer necesaria. Asimismo, la distribución de estas a lo largo del año favorecerá una correcta floración y cuajado, ya que el mes de abril en esta región no destaca por ser excesivamente lluvioso, con lo que no habrá pérdida de viabilidad del mismo. A esto hay que sumarle que la humedad ambiental en este entorno es bastante alta, por lo que tampoco se verá amenazado por este parámetro.

En lo que respecta al suelo, el análisis edáfico mostró que la zona elegida tenía un pH ligeramente más alcalino de lo recomendado para este cultivo, si bien no es lo suficientemente importante como para suponer una amenaza severa a la producción de fruta por parte de estos árboles. A pesar de ello va a ser importante vigilar los dosis de algunos micronutrientes como el hierro o el cinc, siendo incluso recomendable aplicar quelatos a los mismos.

Por otro lado, estos análisis mostraron un muy elevado contenido de magnesio (Mg) en este suelo, lo que puede suponer un perjuicio para la disponibilidad de otros nutrientes, como el potasio, para esta planta. Afortunadamente, el contenido en potasio de este suelo es muy elevado, por lo que tal problema no será muy grave o incluso inexistente. Con lo dicho en este punto se puede concluir que la fertilización de magnesio puede omitirse en el manejo de esta plantación. En el caso del potasio, se va a sugerir que no se fertilice con dicho nutriente los primeros años, a fin de ahorrar costos a base de reducir la reserva de dicho nutriente en el suelo. Si bien hay que reafirmar que, debido a los altos contenidos en magnesio de este suelo, no se deberá mantener esta práctica por tiempo indefinido, pues podría culminar con carencias de potasio.

En lo que respecta al agua de riego, se puede concluir que esta es de muy buena calidad, con una baja salinidad y con un contenido en cationes que sean potencialmente contaminantes o tóxicos para las plantas muy bajos, por lo que ninguna medida deberá ser tomada para corregirlos.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Por último, la orografía del terreno, siendo uno de los condicionantes más relevantes en este proyecto no va a afectar negativamente al desarrollo de los árboles, encontrándose dentro de valores tolerables para dicho cultivo, si bien hay que tener en cuenta que la maquinaria a emplear en este terreno deberá estar bien adaptada a esta pendiente.

Para concluir con este apartado, se puede decir que el cultivo de mango prosperará correctamente en este entorno, pero que la pendiente va a condicionar algunas de las labores que en este cultivo se van a realizar.

9. Imagen objetivo

El objetivo de este proyecto es de diseñar y establecer una plantación frutal de mango que pueda abastecer de esta fruta al mercado durante el mayor tiempo posible y asegurando la máxima rentabilidad.

Para ello se pretende seleccionar un total de dos variedades en el terreno asignado a este proyecto procurando siempre que estas tengan la mejor calidad gustativa. El motivo de esta selección es asegurar que el periodo de recolección en esta finca sea el mayor posible, para lo cual se van a seleccionar cultivares que tengan periodos diferentes de maduración.

Adicionalmente la selección de dos variedades puede reducir considerablemente el riesgo de pérdida de la inversión, ya que en caso de fallos de adaptación o infección por algún tipo de enfermedad, las probabilidades de que ambas variedades se vean afectadas simultáneamente es muy baja, de igual manera sucede una vez que la plantación ya está establecida. Si un año excepcionalmente frío o una plaga dañase la producción de una de las variedades, la otra se podría todavía comercializar, de tal manera que las pérdidas económicas para el promotor no serían tan elevadas.

La característica fundamental que se va a buscar en esta plantación es que los frutos producidos en ella sean de la mayor calidad gustativa posible, esto es debido a que el mercado del consumo del mango está todavía muy poco consolidado a nivel español y europeo, y garantizar una producción que prime la calidad es la mejor estrategia para garantizar el consumo de este fruto en general y de garantizar contratos con esta plantación y/o marcas asociadas en particular.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Por otro lado, se buscará emplear las variedades que han demostrado ser más productivas en condiciones similares de clima y suelo a fin de poder obtener el máximo beneficio económico y recuperar cuanto antes la inversión efectuada en esta plantación. La elección de esta opción no solo permitirá mayores ingresos a los inversores si no que además permitirá una mayor capacidad de inversión a lo largo de la vida comercial de este proyecto, pudiendo afrontar mejor posibles futuros desafíos (cambio de variedad, afectación por enfermedades, etc).

Todos estos aspectos se discutirán con mayor detalle en el anejo 3: elección de variedad y patrón, en que, con todos los condicionantes expuestos en esta parte del documento se justificará la elección de un portainjerto que mejor se adapte a este suelo así como de la variedad que mejor se adapte a los requisitos mencionados en este apartado.

10. Bibliografía

Calatrava-Requena, Javier. 2010. Preferencias de los consumidores españoles por distintos cultivares de mango: un análisis de panel. Extraído de:
https://www.researchgate.net/publication/273039701_Preferencias_de_los_consumidor_es_espanoles_por_distintos_cultivares_de_mango_un_analisis_de_panel

Casas Flores Raquel. 2012. El suelo de cultivo y las condiciones climáticas. Editorial Paraninfo

Centre for the Promotion of Imports from developing countries (CPI); El mercado del mango en la unión europea, traducción de Claudia Lino C, extraído de:
https://ibce.org.bo/images/estudios_mercado/res_est_mango_ue.pdf

Galán Saúco, Víctor. (2009). El cultivo del mango. Editorial Mundiprensa

Gerbaud Pierre, 2020, The European market month by month in 2019. Fruitrop Magazine n°268, páginas 58 a 61. Enlace directo:
<https://www.fruitrop.com/en/media/Publications/FruiTrop-Magazine/2020/fruitrop-268>

Mora Montero Juan, Gamboa Porras Jimmy, Murillo Elizondo Ricardo. (2002). Guía para el cultivo del mango. Instituto nacional de innovación y transferencia agropecuaria-Costa Rica.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)



**Diseño y establecimiento de una plantación de
mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana
(La Palma)**

**DOCUMENTO I.
MEMORIA**

**ANEJO III: ELECCIÓN DE
ALTERNATIVAS:
VARIEDAD Y PATRÓN**

Autor : Sergio Lozano Tórtola

Julio de 2022

ÍNDICE

1. Elección de la variedad	4
1.1. Introducción.....	4
1.2. Variedades más cultivadas y sus características.....	5
1.3. Elección de las variedades.....	13
2. Elección del portainjerto	18
2.1. Introducción.....	18
2.2. Patrones más empleados y sus características	20
2.3. Elección del patrón y su justificación.....	26
3. Definición de las características de la plantación.....	28
3.1. Introducción.....	28
3.2. Elección del marco de plantación y ubicación de las variedades.....	28
3.3. Elección del sistema de formación	30
3.4. Elección de los árboles y establecimiento de la plantación.....	35
3.4. Elección del sistema de riego	39
3.5. Manejo del suelo.....	40
4. Bibliografía	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 frutos de la variedad Mun (Nan Doc Mai). Fuente: ICIA.....	5
Figura 2. Frutos de la variedad ‘Tommy Atkins’. Fuente: ICIA.....	6
Figura 3. Frutos de la variedad ‘Lippens’. Fuente: ICIA	7
Figura 4. Frutos de la variedad ‘osteen’. Fuente: ICIA	7
Figura 5. Frutos de la variedad ‘‘Isis’’. Fuente: ICIA.....	8
Figura 6 fruto de la variedad ‘‘Keitt’’. Fuente: ICIA.....	9
Figura 7 comparativa de temperaturas medias entre las estaciones de El socorro y Adeje. Fuente de los datos: SIAR	12
Figura 8 comparativa de radiación recibida en ambas estaciones. Fuente datos: SIAR	13

Figura 9 fechas de recolección de diversos cultivares de mango en canarias. Fuente: Fernández Galván et al (1987).....	15
Figura 10 precio mayorista del mango en Mercasevilla. Fuente datos: Mercasevilla....	16
Figura 11 comparativa temperaturas medias del entorno elegido sobre los 19°C.....	16
Figura 12, plantación irregular de mango en Senegal. Fuente: www.hdigitag.fr/.....	19
Figura 13 patrón gomera 3. Fuente imagen: Viveros blanco	22
Figura 14 multiplicación de patrones 13/1 en Kesar, India. Fuente: Times of India	23
Figura 15 producción de mango con aguas de distinta concentración salina. Fuente de los datos: Rodríguez Pleguezuelo et al (2018)	24
Figura 16 árbol de mango con tallo maduro, listo para su poda. Fuente: Galán Saúco, 2009	31
Figura 17 esquema de la poda de formación en el mango. Fuente: Galán Saúco, 2009	32
Figura 18 mango podado en espaldera. Fuente: australian mangoes	33
Figura 19 formación del mango en eje central. Fuente: ICIA	34
Figura 20 proceso de supresión de la semilla en mango. Fuente: ICIA	36
Figura 21 esquema gráfico de los pasos para hacer un injerto de púa terminal. Fuente: ICIA.....	37
Figura 22 detalle de un injerto de púa lateral en mango. Fuente: ICIA	38
Figura 23 tallo y raíz curvos saliendo de una semilla. Fuente: Hermoso González, 2018	39
Figura 24 daños de herbicida en hojas de mango. Fuente: Galán Saúco, 2009	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen características de las variedades más cultivadas en Canarias.....	9
Tabla 2 Datos de producción de distintas variedades de mango en Cueva del polvo (Tenerife). Fuente: Modesto Hernández, pedro (2020). Diapositiva 53	11
Tabla 3 medias de datos del cultivar ‘Keitt’ sobre diversos patrones. Fuente: Hermoso González (2015)	25
Tabla 4 parámetros de calidad medidos en el transcurso de este estudio. Fuente: Hermoso González (2015).....	25
Tabla 5 rendimientos de los árboles según el portainjerto. Durán Zuazo (2006).....	26
Tabla 6 propiedades del suelo de las parcelas elegidas.	27

1. Elección de la variedad

1.1. Introducción

El mango es un cultivo que se conoce desde la prehistoria. Esto, sumado a que tiene una reproducción de tipo sexual, ha conducido a que a día de hoy exista un gran número de variedades.

La mejora genética del mango comenzó en el siglo XVI, con la colonización portuguesa de la India, zona originaria de este cultivo.

No fue hasta finales del siglo XIX cuando las técnicas de multiplicación vegetativa empezaron a cobrar verdadera importancia, con la introducción de árboles procedentes de la península de Indostán. Hasta 1937 se habían introducido ya un total de 52 variedades distintas en los Estados Unidos de América, que fueron empleadas para cruces, dando lugar a lo que hoy se conoce como variedades de tipo ‘Florida’, entre estos cultivares se hallan los más extendidos a nivel mundial como ‘Tommy Atkins’.

Para elegir la variedad es esencial tener en cuenta las características del mercado de destino ya que no todas las variedades presentan las mismas características gustativas. El mercado europeo difiere mucho del tailandés, donde, por ejemplo se valora mucho los mangos con piel verde o del ruso y chino en que se valora especialmente los frutos sin semillas.

Otro parámetro fundamental a tener en cuenta en la elección de la variedad es la climatología de la zona en que se quiere cultivar. A esto hay que sumarle que una misma variedad puede tener un comportamiento diferente según la zona climática en que se encuentren. El ejemplo más concreto de esto se comentó en el anejo anterior, siendo este el erratismo, que se da en regiones ecuatoriales, mientras que en zonas subtropicales como Canarias o el sur de Andalucía no se produce. Por otro lado, por lo general y en casos más específicos, en variedades tardías como Rapoza que en zonas tropicales tienen mejores rendimientos y calidad gustativas que en plantaciones de climas ecuatoriales. Otro ejemplo de este comportamiento se da, por lo general en cultivares sensibles a antracnosis, que en climas secos pueden llegar a obtener rendimientos muy altos.

Por último, otro parámetro que, si bien no es el más importante a nivel económico, sí que puede tener relevancia en el manejo de las explotaciones. Este es la fecha de

recogida. Aunque por lo general se conoce de las variedades de los mangos la época de maduración y de cuajado de sus frutos, existen determinadas variedades en que la fecha de recolección no se puede determinar con tanta exactitud, este es el caso de los frutos del cultivar 'Heidi' que, en las islas Canarias suelen tener una maduración tardía, pero que sus épocas de cosecha pueden ser bastante variables. A pesar de esto, el caso más drástico se puede apreciar en la variedad Mun (Nan Doc Mai), que en condiciones subtropicales tiene una época de maduración media, pero errática, es decir que puede ser imprevisible su recogida, madurando desde épocas muy tempranas a muy tardías.



Figura 1 frutos de la variedad Mun (Nan Doc Mai). Fuente: ICIA

Los problemas que acarrea tener una gran incertidumbre en las fechas de recogida de la fruta son: la dificultad de encontrar un comprador de la fruta, suponiendo incluso la imposibilidad de comercializarla ya que si la maduración es imprevisible podría ser muy difícil que los diferentes agentes de la cadena de valor del mango, desde el productor hasta el comercio minorista puedan coordinarse, así como suponer un problema añadido en el reclutamiento de mano de obra para la recogida de la fruta, que no siempre puede estar disponible.

1.2. Variedades más cultivadas y sus características

Como se ha comentado anteriormente, las variedades más apreciadas y cultivadas son diferentes en cada región del mundo y están directamente relacionadas con los gustos de

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

los consumidores en dichas regiones del mundo así como las adaptaciones que estos cultivares tienen al entorno en que crecen.

A diferencia de lo que ocurre con los patrones, el número de variedades que existe en España actualmente disponibles para cultivar es bastante grande y ofrece también un amplio rango de propiedades gustativas y de adaptación climática.

Para elegir la variedad se han elegido aquellas que cumplen con los siguientes requisitos: tener una época de maduración regular, es decir que sea predecible, tener una buena calidad gustativa y por último, tener una buena productividad.

En canarias, las variedades de tipo 'florida' son las que mejor se han adaptado al clima y satisfacen mejor los gustos de los consumidores locales y nacionales. Las variedades de mayor importancia en canarias son:

-Tommy atkins: Es un cultivar de copa redonda y un vigor medio-alto. Es resistente a la antracnosis y tiene una baja sensibilidad al aborto del embrión. Es muy proclive a sufrir la descomposición interna de la fruta y la mancha bacteriana. El fruto es de maduración temprana-media, de una forma oblonga-oval con un color de piel rojizo y una pulpa de color naranja. La calidad gustativa es aceptable, siendo algo fibroso y con una semilla pequeña. El fruto es mediano grande, con un peso que oscila de 500 a 750 gramos, es difícil de consumir directamente con cuchara.



Figura 2. Frutos de la variedad 'Tommy Atkins'. Fuente: ICIA

-Lippens: Tiene una copa compacta y no tiene un crecimiento muy vigoroso. Es muy sensible a la antracnosis, un poco vulnerable a la descomposición interna de la fruta y tiene una baja sensibilidad al aborto del embrión. La resistencia a la mancha bacteriana

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

por parte de esta variedad todavía no se conoce del todo bien. La maduración de sus frutos es media-ligeramente tardía, la forma del fruto es ovoide-alargada destacando por no desarrollar demasiada coloración naranja en su piel, consumiéndose en verde. La calidad gustativa del mismo es buena con un fruto de un tamaño pequeño pudiendo llegar a ser mediano, con un peso que puede oscilar entre 250 a 500 gramos.



Figura 3. Frutos de la variedad 'Lippens'. Fuente: ICIA

-Osteen: Es un árbol moderadamente vigoroso, con una copa densa y un porte erecto. Es sensible a la descomposición interna de la fruta y tiene una baja sensibilidad al aborto del embrión. No se conoce con certeza su resistencia a la mancha negra bacteriana o la antracnosis. Su época de maduración es media tardía, el fruto tiene una coloración rojiza-morada y una buena calidad gustativa, con poca fibra en la pulpa. El fruto tiene una forma oblonga y es de tamaño medio, con un peso que puede variar de 450 a 600 gramos.



Figura 4. Frutos de la variedad 'osteen'. Fuente: ICIA

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

-'Isis': Es un árbol vigoroso, con una copa relativamente redonda. Tiene una sensibilidad media al aborto del embrión, es poco propenso a sufrir la descomposición interna de la fruta. Se desconoce su resistencia a la mancha negra bacteriana aunque se ha constatado que tiene una resistencia media a la antracnosis. Su época de maduración es media. Su piel es de color rojizo, con una pulpa anaranjada. La forma del fruto es ovoide ligeramente alargada. Se ha calificado la calidad gustativa de estos frutos como excelente y posee un bajo contenido en fibra en su pulpa. Tiene un tamaño mediano-grande, con frutos cuyo peso puede oscilar entre 650 y 750 gramos, con una semilla pequeña.



Figura 5. Frutos de la variedad 'Isis'. Fuente: ICIA

-'Keitt': Tiene una copa abierta, con ramas largas y arqueadas, poco vigoroso. Tiene una baja incidencia de la descomposición interna de la fruta y una baja sensibilidad al aborto del embrión. Posee una tolerancia moderada a la antracnosis pero se desconoce su resistencia a la mancha negra bacteriana. Su época de maduración es muy tardía. La calidad gustativa de estos frutos es muy buena, teniendo un nulo contenido en fibra en su pulpa. El fruto es de un tamaño grande, de un peso que puede oscilar entre 800 y 1000 gramos.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)



Figura 6 fruto de la variedad 'Keitt'. Fuente: ICIA

Las variedades aquí comentadas se encuentran entre las más productivas y cultivadas en Canarias. En la tabla 1, anexa a continuación se muestra un resumen de las características más importantes de las variedades aquí mostradas. En ella, R se refiere a resistente, MS/MR muy sensible/resistente, M tolerancia media.

VARIEDAD	RESISTENCIAS CONOCIDAS	ÉPOCA DE MADURACIÓN	COLOR	CALIDAD GUSTATIVA
Tommy atkins	Antracnosis (R)	Temprana-media	Piel: Rojo	Aceptable
	Aborto del embrión (R)		Pulpa: Naranja	
	Mancha bacteriana (MS)			
	Descomposición interna (MS)			
Lippens	Antracnosis (MS)	Media-tardía	Piel: verde-naranja	Buena
	Descomposición interna (M)		Pulpa: Naranja	
Osteen	Descomposición interna (MR)	Media-tardía	Piel: verde-naranja	Buena
	Aborto del embrión (R)		Pulpa: Naranja	
Isis	Aborto del embrión (M)	Media	Piel: Rojo-anaranjado	Excelente
	Descomposición interna (R)		Pulpa: Naranja	
	Antracnosis (M)			
Keitt	Descomposición interna (MR)	Media	Piel: verde-naranja	Muy buena
	Aborto del embrión (MR)		Pulpa: Naranja	
	Antracnosis (M)			

Tabla 1 Resumen características de las variedades más cultivadas en Canarias

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

La elección definitiva de la variedad o grupo de variedades a emplearse va a basar esencialmente en el parámetro de rentabilidad (producción) y calidad (sabor más atractivo). A pesar de esto, los factores de sus respectivas resistencias a las enfermedades más habituales en el mango serán también tenidas en cuenta.

Las variedades aquí mostradas ya se cultivan actualmente en las islas canarias sin problemas de adaptación al entorno, con lo que no debería de haber problemas en el establecimiento de las mismas a la zona elegida en este proyecto.

Una de las incertidumbres que se plantea en este proyecto es el conocimiento de la productividad que estas variedades tendrían en estas condiciones. Actualmente no existen datos de las producciones de las plantaciones de mangos ubicadas en esta zona y tampoco existen indicaciones precisas por parte de los viveros de la producción que estas variedades podrían llegar a dar.

A pesar de ello existe bibliografía disponible sobre cultivos de las mencionadas variedades en fincas experimentales del instituto canario de investigaciones agrarias (ICIA). Un resumen de uno de estos estudios se puede encontrar a continuación en la tabla 2, adjunta a continuación.

Variedad/ cultivar	Producción kg/árbol			Media kg/ha
	2009	2010	2011	
Lippens	109	53	106	24750
Edward	37	83	52	15934
Isis	26	231	152	37881
Heidi	50	126	90	24627
Osteen	121	--	207	45604
Valencia Pride	70	98	134	27910
Kent	51	39	67	14572
Keitt	16	110	47	16067
Manzanillo	71	85	120	25596
Tommy Atkins	108	--	142	34707
Mun	95	50	79	20744

Tabla 2 Datos de producción de distintas variedades de mango en Cueva del polvo (Tenerife). Fuente: Modesto Hernández, pedro (2020). Diapositiva 53

En dicha tabla se puede encontrar el resumen de las producciones recogidas en la finca experimental del ICIA ‘Cueva del Polvo’ ubicada en el municipio de Guía de Isora (en la isla de Tenerife). En ella se puede apreciar que las variedades más productivas son: Osteen, seguido de ‘Isis’ y de Tommy atkins.

Los datos anteriormente mostrados se pueden emplear como referencia para calcular los rendimientos que se podrían tener en la parcela del proyecto. Pero para saber si dichos rendimientos realmente se pueden tomar como referencia se deberá comparar las condiciones climáticas de la finca en que se llevó a cabo este estudio con las de la zona en que se quiere llevar a cabo este proyecto.

Así, si comparamos los datos que se emplearon para determinar la viabilidad del mango en esta finca en el anejo 2, procedentes de la estación climatológica de ‘El socorro’ con aquellos de la finca experimental se podrá conocer si estos rendimientos son válidos. No existen estaciones meteorológicas que tengan datos públicos en la mencionada finca

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

experimental del ICIA, por lo que se ha recurrido a la estación meteorológica más próxima, ubicada a 18 km al sur de esta finca, en la zona de Adeje. Esta estación está ubicada a 130 msnm, una altitud similar a la que se encuentra esta finca experimental, por lo que estos datos son bastante fidedignos. Para conocer como de útiles son los datos de producción en Tenerife se va a comparar los parámetros de temperatura media y radiación recogidos por ambas estaciones en los últimos 10 años. En las figuras 7 y 8 se mostrarán ambos datos respectivamente.

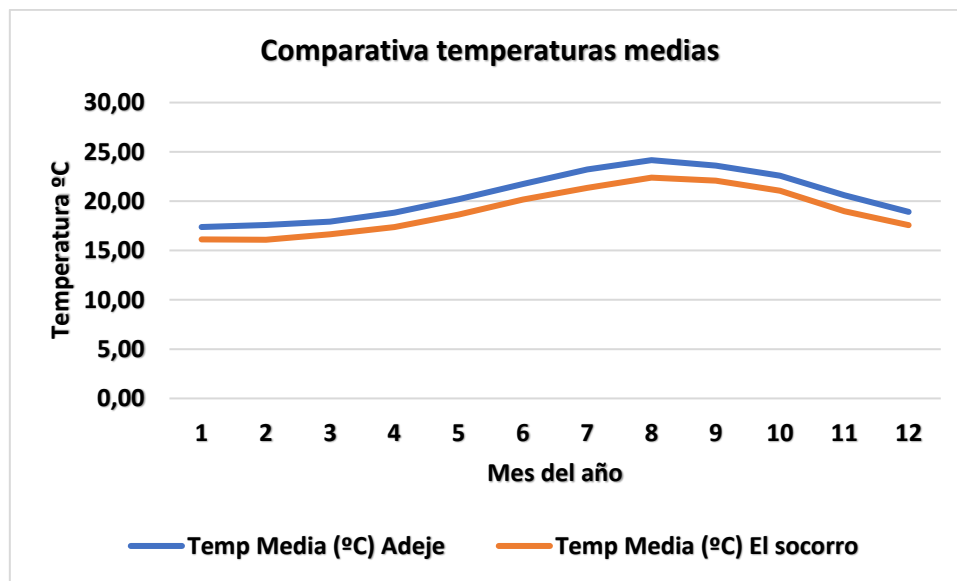


Figura 7 comparativa de temperaturas medias entre las estaciones de El Socorro y Adeje. Fuente de los datos: SIAR

Los datos reflejan que la temperatura media es 1,5°C inferior en la zona elegida en la isla de La Palma frente a las temperaturas medias anuales registradas en la zona de la finca experimental de Tenerife. La temperatura es un factor que influye directa e indirectamente en todas las reacciones fisiológicas de las plantas, en el caso del mango, que es un fruto tropical, unas mayores temperaturas suelen traducirse en unos mayores rendimientos, siempre que estas no sean excesivas, en este caso, los datos apuntan a que los rendimientos en la zona elegida seguramente serán menores.

En la figura 8, adjunta a continuación, se evalúa igualmente la radiación medida por ambas estaciones meteorológicas.

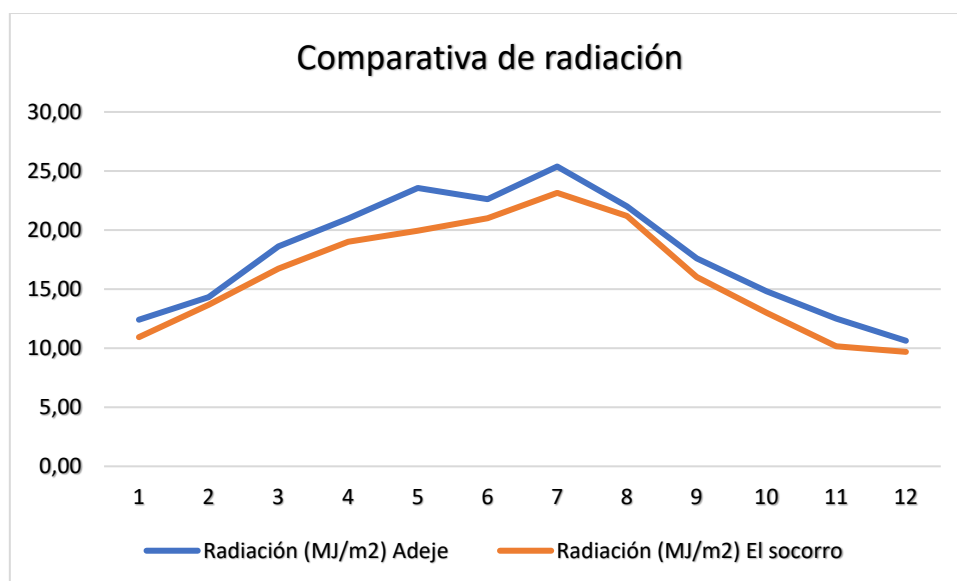


Figura 8 comparativa de radiación recibida en ambas estaciones. Fuente datos: SIAR

En el caso de la radiación, también mostrado en la figura 8, se puede apreciar que la radiación recibida en la zona de la finca experimental es mayor. Concretamente en los últimos 10 años se acumularon de media 215 MJ/m^2 en la estación de Adeje por año, mientras que en la de El Socorro esta cifra asciende a 195 MJ/m^2 . Esta radiación mide la capacidad potencial que las plantas tendrían de producir fotoasimilados, y en definitiva, mide también, en parte, el rendimiento potencial de las mismas.

Si bien es cierto que hay que destacar que hay otros parámetros que no se han tenido en cuenta, como pueda ser el hecho de que en la isla de Tenerife las aguas de riego suelen tener unas conductividades eléctricas mayores que las de la isla de la Palma, destacando estas primeras por tener un contenido relativamente elevado de bicarbonatos, se propone, de ahora en adelante, que al suponer los rendimientos se aplique cierto coeficiente reductor a los mismos al ser las condiciones algo más desfavorables.

Con esto comentado, y con las descripciones de las variedades más cultivadas en Canarias, se discutirá a continuación la elección de las variedades de mango para la plantación propuesta en el presente documento.

1.3. Elección de las variedades

En la elección de las variedades ya se explicó en el apartado de 'Imagen objetivo' del anejo 2, los objetivos de negocio que se buscaban con esta plantación. Siendo el fundamental la búsqueda de fruta de la mejor calidad gustativa, pero que a su vez fuese lo más productiva posible. Asimismo, dada la magnitud del terreno disponible y la

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

incertidumbre que todavía existe sobre la producción del mango, al ser todavía un cultivo poco conocido, se optó por marcar la plantación de dos variedades como otra línea de negocio a fin de reducir riesgos.

Dado que se ha fijado la calidad como eje fundamental de esta selección, justificándose en que esta puede ser el sustento de la marca o de los contratos con los compradores a largo plazo a fin de poder competir con el producto importado, se va a centrar esta selección a, de entre los frutos comentados, los que tienen una mejor calidad gustativa.

Así, nos encontramos que de estos, Tommy atkins debería ser descartado de inmediato, siendo 'Isis' y 'Keitt' las más recomendables. Lippens y Osteen son también buenos candidatos, pero no son los mejores en lo que a sabor se refiere.

Además de esto, el factor de periodo de maduración y recogida de la fruta también es de especial relevancia. Téngase en cuenta que se quiere efectuar una plantación de 14 has, y que, dentro de las mismas, es de especial interés que haya una producción más 'escalonada' es decir, que no madure toda la fruta a la vez. Las ventajas de esta elección es que se puede mantener a un número menor de personas trabajado en el mismo terreno durante más tiempo, reduciendo las gestiones necesarias para llevar a cabo todas las labores de contratación y con la administración requeridas. Para ello es bueno que la maduración de las variedades elegidas sea próxima, es decir, que si se elige una de maduración temprana no se necesite esperar desde el fin de su recolección hasta el inicio de la siguiente un mes.

En la mencionada finca experimental también se han registrado a lo largo de estos años las fechas de recogida de los frutos en diferentes variedades. La ya citada presentación (Modesto Hernández, *Op. Cit*) mostraba las fechas de recogida de las frutas en diversos cultivares. Así, en base a esta información se puede deducir que las fechas de recolección de las variedades tempranas en esta región se produce en los meses de julio y agosto, los de época media en los meses de septiembre y octubre y las variedades tardías en los meses de noviembre y diciembre.

En la zona elegida para este proyecto, es de esperar que estas fechas de recolección sean ligeramente más tardías que las registradas en esta finca experimental, ya que, como se ha comentado anteriormente, las temperaturas medias son inferiores. Dentro de las propias canarias, las fechas de recolección pueden variar bastante, así Fernández Galván et al (1987) elaboró el esquema mostrado en la figura 9 de las fechas de recolección

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

estimadas de los frutos en diversas variedades de mango para diversas regiones en estas islas.

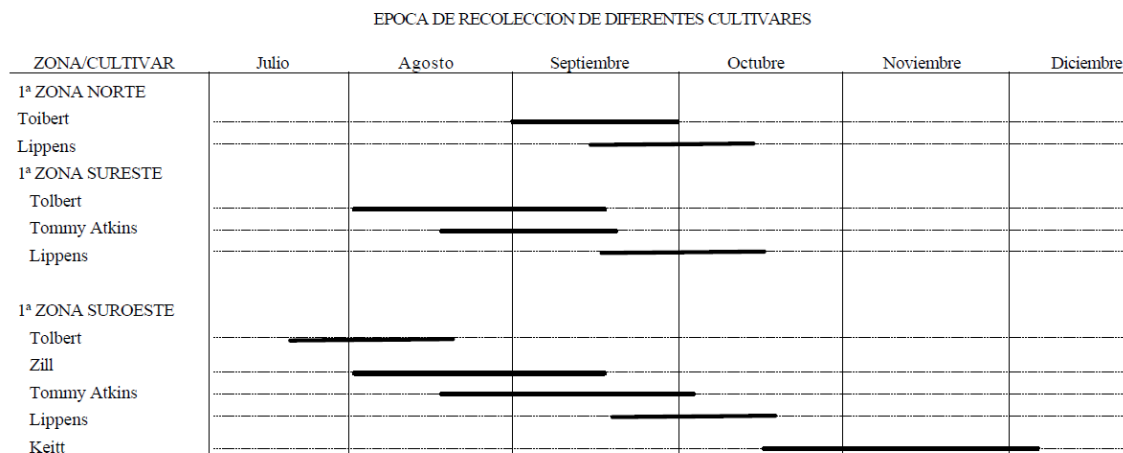


Figura 9 fechas de recolección de diversos cultivares de mango en canarias. Fuente: Fernández Galván et al (1987)

En la mencionada fuente se discutía sobre las diferentes zonas de canarias en que estos cultivos prosperaban. Las zonas en que se divide corresponden a las mismas divisiones que se hace en la organización de cultivos de plataneras, siendo la zona norte la más desfavorable y la zona suroeste la más favorable. El apartado de 1ª zona sureste hace referencia a las zonas climáticas intermedias, en que se puede incluir cualquiera de las no incluidas en los apartados anteriores. En el caso de la finca experimental y de la zona del proyecto elegidas, se puede decir que ambas, aunque tengan ciertas diferencias se pueden encontrar en una zona climática intermedia, lo que vuelve a corroborar lo dicho en la página anterior respecto las fechas de recolección.

Habiendo explicado ya cuales son las fechas de recolección esperadas según el tiempo de madurez de las frutas, se quiere discutir también el factor precio respecto a la fecha de recolección. Dado que por lo general (salvo en caso de ‘tommy atkins’), las variedades más productivas tienen una época de maduración entre octubre y septiembre (semanas 35 a 44, aproximadamente), coincidiendo con los precios de campaña más bajos (ver figura 10), tal y como se comentaba en el anejo 2, sí se considera que es ventajoso elegir variedades de maduración en estas fechas, ya que, aun siendo los precios un 15% más bajos que la media, las elevadas producciones de estas variedades compensan dicha elección.

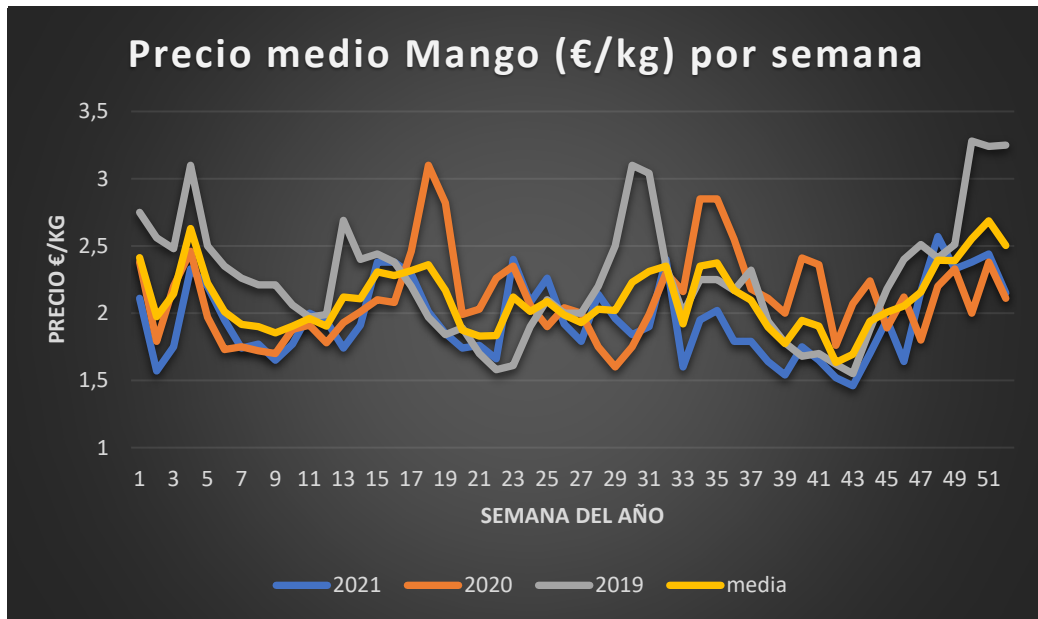


Figura 10 precio mayorista del mango en Mercasevilla. Fuente datos: Mercasevilla

Otro parámetro de suma importancia es la adaptación climática de las variedades que se quiere implantar. Si bien, por lo general se puede decir que el mango se puede adaptar bien a estas condiciones climáticas, la zona elegida no tiene unas temperaturas muy elevadas, y tal y como se puede ver en la figura 11, adjunta a continuación, las temperaturas medias superan los 19°C a partir del mes de mayo, suponiendo la exposición a temperaturas inferiores a esta cierto riesgo para que haya frutos abortados. A sabiendas de que el cuajado de los frutos en canarias suele iniciarse en canarias a partir del mes de abril para las variedades tempranas, estas deberían descartarse inmediatamente de esta selección, centrándose en las variedades de una época de maduración media y tardía.

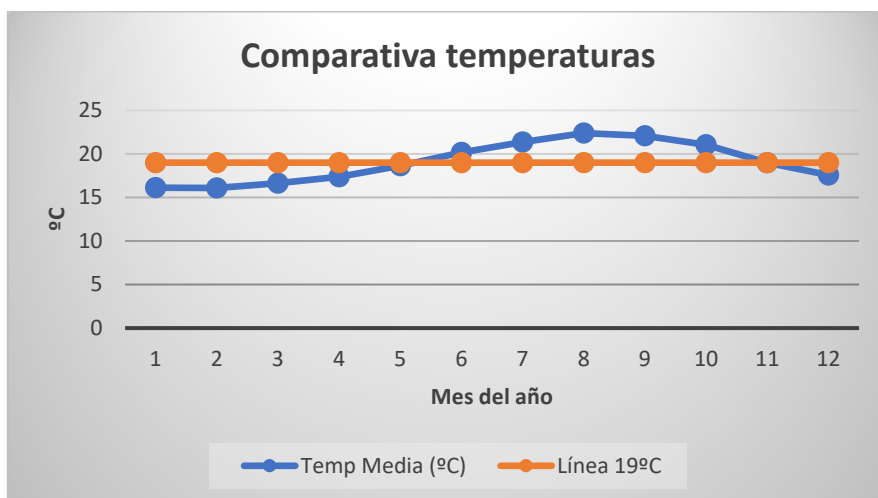


Figura 11 comparativa temperaturas medias del entorno elegido sobre los 19°C.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Con todo lo dicho anteriormente se ha llegado a la conclusión que las variedades más apropiadas para este proyecto son: 'Isis' y 'Keitt'.

La primera destaca por tener uno de los mayores rendimientos así como tener una de las mejores calidades gustativas del mercado, lo cual se considera dos puntos muy importantes a su favor. Si bien tiene la desventaja de que es una variedad que todavía es poco conocida a nivel de comportamiento y resistencias, aunque se sabe que tiene una tolerancia media a la antracnosis y no es muy propensa a sufrir la descomposición interna de la fruta, con una tendencia moderada a sufrir abortos de embrión, con lo que se podrá ajustar relativamente bien a esta zona climática. En el caso concreto de esta variedad, al estar en un entorno un poco limitante se propone, a efectos de cálculo, tomar el 90% de los rendimientos (un 10% menores) mostrados en la tabla 2.

La variedad 'Keitt' tiene unos rendimientos bajos, pero su maduración es bastante tardía, produciéndose a primeros de diciembre, con unos precios más altos, lo cual compensa en parte esta menor producción. La calidad gustativa de los frutos de este cultivar es muy buena, teniendo una baja sensibilidad al aborto del embrión y una tolerancia moderada a la antracnosis. El inconveniente que esta tiene es que el conocimiento que hay disponible sobre la misma todavía no es excesivo. Con las características mencionadas, se puede deducir que su elección para esta región es muy apropiada. En este caso, no se considera que esta variedad tenga unas condiciones limitantes, por lo que se tomarán los rendimientos mostrados en la tabla 2.

La ubicación de estas variedades dentro de la plantación se detallará más adelante, pero sí que se quiere destacar en el presente párrafo que las líneas generales de esta decisión se sustentan en lo siguiente: Colocar la variedad 'Keitt', que es más tardía y menos vigorosa en las zonas de más altitud de esta explotación. La motivación de esta decisión es que esta variedad, al ser más tardía y más resistente al aborto del embrión, se verá menos afectada por temperaturas 'bajas' (de menos de 19°C) que la variedad 'Isis', así como el hecho de que en estas zonas más altas los bancales son de menor tamaño, siendo los árboles de la variedad 'Keitt' menos vigorosos. Complementariamente, el cultivar 'Isis' se ubicará en zonas más bajas y próximas al mar, con bancales más grandes y donde la incidencia de 'bajas' temperaturas debería ser algo menor.

Esta selección se detallará más en el apartado 3 del presente documento y la ubicación definitiva de todos los árboles se podrá apreciar en el documento de planos.

2. Elección del portainjerto

2.1. Introducción

A diferencia de otros frutales e incluso de las propias variedades de mango, actualmente existe muy poco consenso de los patrones que proporcionen los mejores resultados por lo que solo existen guías locales por lo general poco desarrolladas en zonas productoras muy concretas. La mayoría de los países en que el cultivo del mango tiene relevancia los patrones se eligen fundamental por la disponibilidad que haya de los mismos, siendo este en muchos casos el factor más limitante. De hecho, en países como EEUU o Australia los viveros se han visto obligados a importar semillas de países como India o Taiwán a falta de las mismas en esa nación.

Pero la existencia de importaciones de patrones anteriormente comentada es bastante poco habitual en el ámbito de la producción de plantas de mango. En los países productores, la variedad portainjertos es muy reducida y la oferta disponible consiste en cultivares locales destinados especialmente a este fin, que ya cuentan con un uso histórico y que ya están adaptados a las condiciones de suelo y clima de dichos entornos.

Las características más deseables para un patrón de mango son:

1. La compatibilidad: Desde el punto de vista agronómico, un portainjerto debe ser lo más compatible posible con las variedades. Esto es, que el porcentaje de prendimiento (injertos exitosos) sea alto además de implicar que las uniones entre ambas partes del frutal sean sólidas y resistente así como tener capacidad de sincronizar su crecimiento con la variedad, a fin de evitar que la parte superior del tronco del árbol desarrolle un diámetro excesivo, pudiendo repercutir en serios problemas para el conjunto del árbol como mayor carencia de nutrientes o mayor propensión al estrés hídrico.

Desde el punto de vista económico interesa que los patrones sean compatibles con el mayor número de variedades posible ya que de esta manera, el vivero en que se producen estas plantas no necesita adquirir más tipos de plantas así como reducir, por lo general, los costes medios de los mismos.

-Homogeneidad: Los patrones deben asegurar que las plantas injertadas sobre los mismos tengan un crecimiento similar, sin amplias variaciones entre los individuos de una plantación. Una plantación que fuese muy heterogénea dificultaría mucho el

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

manejo, especialmente en lo que respecta a labores de mantenimiento como las aplicación de fitosanitarios o fertilizantes foliares así como con la recolección. Adicionalmente, plantaciones con crecimiento irregular pueden conducir a la coexistencia de árboles muy vigorosos frente otros de menor crecimiento, provocando una gran cantidad de superficie sombreada que puede afectar no solo a la producción del mismo frutal si no de individuos adyacentes. En lo que respecta a los patrones, los de tipo poliembriónico son los que aseguran la mayor homogeneidad.



Figura 12 plantación irregular de mango en Senegal. Fuente: www.hdigitag.fr/

-Capacidad enanzante: En zonas tropicales y ecuatoriales los árboles de mango pueden llegar a tener una altura de más de 20 metros en su edad adulta, siendo esta altitud excesiva para poder llevar a cabo labores de cultivo que permitan obtener un beneficio económico sostenible de los mismos. Unos árboles de mayor altura serían menos accesibles para las labores de cultivos, siendo necesario adquirir escaleras e incluso otros dispositivos de seguridad (como arneses) a fin de prevenir riesgos para la salud o la vida de los operarios, lo que incrementaría el coste de recolección y la inversión inicial, así como requerir un mayor consumo de tiempo, pues en estas condiciones la recolección es más lenta, lo que podría provocar que no hubiese tiempo suficiente para recolectar toda la fruta en plantaciones grandes al haber madurado esta en exceso, suponiendo la consiguiente pérdida de inversión y beneficios. En las regiones de climas subtropicales el crecimiento suele verse más limitado por factores climáticos. Es mediante la poda, la manera en que se puede conseguir limitar el crecimiento de estos árboles, no solamente rebajando la altura de los mismos a unos niveles más manejables

si no que además los fotoasimilados puedan concentrarse más en la producción de fruta en lugar del crecimiento vegetativo, repercutiendo en unos mayores rendimientos. Si un árbol de mango, mediante injerto, consigue ver reducida su altura, facilitará todo lo comentado anteriormente, es por ello que en el caso del mango es extremadamente deseable que el tamaño de los árboles no sea excesivo. Por otro lado, el hecho de tener una plantación con individuos menos vigorosos implica necesariamente la introducción de un mayor número de plantas por hectárea, y teniendo en cuenta que los precios de compra del material vegetal pueden ser bastante elevados, puede suponer un encarecimiento importante de la inversión inicial, lo cual es también otro aspecto a tener en cuenta.

-Productividad y calidad: aunque pueda parecer el factor más obvio, es quizás, el más importante, ya que no todos los portainjertos interaccionan igual con las variedades que se le han injertado. En lo que respecta a la calidad, Smith et al probó en 1997 que las diferencias de tamaño de frutos producidos por el cultivar kensiston difería en función del patrón sobre el que estaban injertados. Así, por ejemplo, los frutos de los árboles injertados sobre 'strawberry' tenían un peso medio de más de 125 gramos respecto a aquellos que crecían en injertos de 'telok Anderson' a pesar de que ambos árboles presentaban la misma o muy similar cantidad de frutos.

En otro experimento desarrollado en Perú por Vargas ramos, el cultivar 'tommy atkins' obtuvo frutos de una forma diferente en función del lugar portainjerto sobre el que estos crecían. Así, aquellos producidos sobre el patrón 'manzano tetene' tenían un pico más pronunciado que en los casos restantes, en que la forma tendía a ser más oblonga.

2.2. Patrones más empleados y sus características

Como se ha comentado anteriormente, aunque existen múltiples patrones, por lo general cada región productora del mundo suele tener unos pocos, los cuales están adaptados a cada uno de sus respectivos entornos.

En la actualidad y a nivel mundial, los patrones de mango son de la misma especie que las variedades (*Magnifera Indica*). Si bien hay que recalcar que existen precedentes experimentales en que el árbol de mango fue empleado como portainjerto para otras especies del género *Magnifera*. J. Campbell llevó a cabo un experimento en el año 2004 en Florida, EEUU, en que se evaluó la compatibilidad de injerto de diversas especies sobre otras especies de este mismo género, siendo *M. griffithii*, *M. laurina* y *M.*

pentandra las que más compatibilidad presentaron con el mismo, con prendimientos superiores al 80%, en una proporción similar a la de muchos de los injertos de mango. Por el lado contrario, no existe bibliografía que muestre la compatibilidad de injertar el mango sobre especies de su mismo género.

En España, los viveros tienen capacidad de multiplicar varios patrones, en cambio, hay algunos que destacan sobre otros por su adaptación a los diversos ambientes existentes, siendo los más conocidos en este país los portainjertos Gomera-1, Gomera-3 y 13/1. En los siguientes párrafos se detallarán las características más relevantes de cada uno de ellos, así como mencionar algunos más, de unos mucho menos extendido.

Antes de comenzar a discutir sobre las propiedades de los patrones más empleados, se desea, en este punto, recordar lo dicho en el apartado de 'introducción', en que la información que actualmente existe sobre portainjertos de este frutal no es muy abundante, menos aún en el caso de España, donde este cultivo tiene relativamente poca importancia. En países como México, Australia o India, la cantidad de estudios efectuados con diversas combinaciones patrón/variedad son mucho más numerosos, pero en ellos se suelen emplear materiales vegetales difíciles de conseguir en España, a pesar de esto, se ha intentado mostrar información de algunos de ellos en este documento, pues se considera que podrían proporcionar información útil para la elección definitiva de un portainjerto. Los patrones que más importancia tienen en España, en general y Canarias en particular son:

-Gomera-3: Cultivar poliembriónico de mango que garantiza bastante bien la homogeneidad. Es resistente a la salinidad, viéndose afectada por la misma especialmente a partir de 1,5 dS/m. Tiene una buena compatibilidad con las variedades de tipo 'florida'. Tiene cierto comportamiento enanizante, pero no en gran cuantía.

-Gomera-1: Es muy similar al Gomera-3. No garantiza tanta homogeneidad como el patrón anteriormente mencionado, pero sí es capaz de resistir mejor el riego con aguas salinas frente a su homólogo. También posee cierto poder enanizante, en unas medidas similares al anterior. Por otro lado es menos resistente al frío que su homólogo.

-13/1: Portainjerto de origen israelí que destaca por ser especialmente resistente a las aguas salinas. Es capaz de soportar riegos con aguas de hasta 3 dS/m sin sufrir una bajada drástica de su producción y suelos con hasta un 20% de caliza activa. Además de esto, tiene una buena tolerancia a las aguas con cloruros de hasta 600 ppm de Cl⁻ en el

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

agua de riego, mientras que la mayoría de los patrones, como los dos anteriormente mencionados, no son capaces de resistir más de 200 ppm. Aunque la bibliografía al respecto es escasa, se ha asociado a este patrón (Galán Saúco, 2017) la capacidad de proporcionar una menor incidencia de la pulpa blanda en los frutos de las variedades injertadas así como unos buenos rendimientos.



Figura 13 patrón gomera 3. Fuente imagen: Viveros blanco

Como se puede apreciar, estos patrones tienen por lo general en común las características más apreciadas para los patrones de mango, siendo estas: su capacidad enanizante, buena compatibilidad con las variedades de tipo 'florida' entre las que se encuentran las más ampliamente cultivadas como 'tommy atkins' o 'Kent'. Todos ellos son de la misma especie (*Mangifera indica*) y son de tipo poliembriónico, lo que significa que por lo general garantizan una buena homogeneidad, de hecho, de los patrones disponibles se recomiendan preferentemente estos tres al ser los más homogéneos, siendo el resto más irregulares. Por último se ha recalcado que todos ellos tienen cierta capacidad enanizante, pero adicionalmente hay que destacar que en las condiciones climáticas de Canarias los árboles de mango no tienen un crecimiento excesivo.

Entre estos patrones también existen diferencias, más allá de sus resistencias a la salinidad, el 13/1 ha mostrado menor predisposición a producir frutos con la pulpa blanda, mientras que Gomera-1 y Gomera-3 tienen cierta tolerancia a los nemátodos del suelo así como ser ligeramente más vigorosos, si bien hay que destacar que en ambos casos, estas características no destacan especialmente sobre las medias y todavía se necesita realizar más estudios para poder llegar a una conclusión definitiva. De lo que sí

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

hay constancia de momento es de que los patrones Gomera-1 y Gomera-3, son capaces de permitir plantaciones más longevas que el patrón israelí.



Figura 14 multiplicación de patrones 13/1 en Kesar, India. Fuente: Times of India

Otros patrones, que también se han empleado en plantaciones, pero que están mucho menos extendidos son, por ejemplo: Banilejo (patrón poliembriónico de origen dominicano que es bastante resistente al frío y las sales, que también es bastante recomendable para plantaciones proyectadas), Sabre (de origen sudafricano, es muy poco usado en España, puede adaptarse bastante bien a suelos arenosos y pobres en calcio) y 4/9 (bastante resistente al encharcamiento y con buen desarrollo en suelos arcillosos).

En canarias, un factor que usualmente es muy limitante en las plantaciones de mango es la salinidad, especialmente por carbonatos, es por ello que habitualmente se presta especial atención a este parámetro a la hora de diseñar una plantación.

De los patrones disponibles, los de tipo ‘Gomera’ son los más empleados, tanto en canarias como en la península y, aunque ambos tienen una resistencia moderada a la salinidad, es el patrón Gomera-1 el que mejor resiste a la salinidad.

En un estudio llevado a cabo Rodríguez Pleguezuelo et al en 2018 en Almuñécar (Granada) se sometió a varios grupos de mangos de la variedad osteen, injertados sobre Gomera-1 y Gomera-3, a riegos con aguas de diferentes concentraciones salinas, para posteriormente cuantificar la producción de los árboles que se encontraban en los

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

mismos a fin de poder determinar el descenso de producción. Los resultados pueden apreciarse en la figura XX, anexa a continuación.

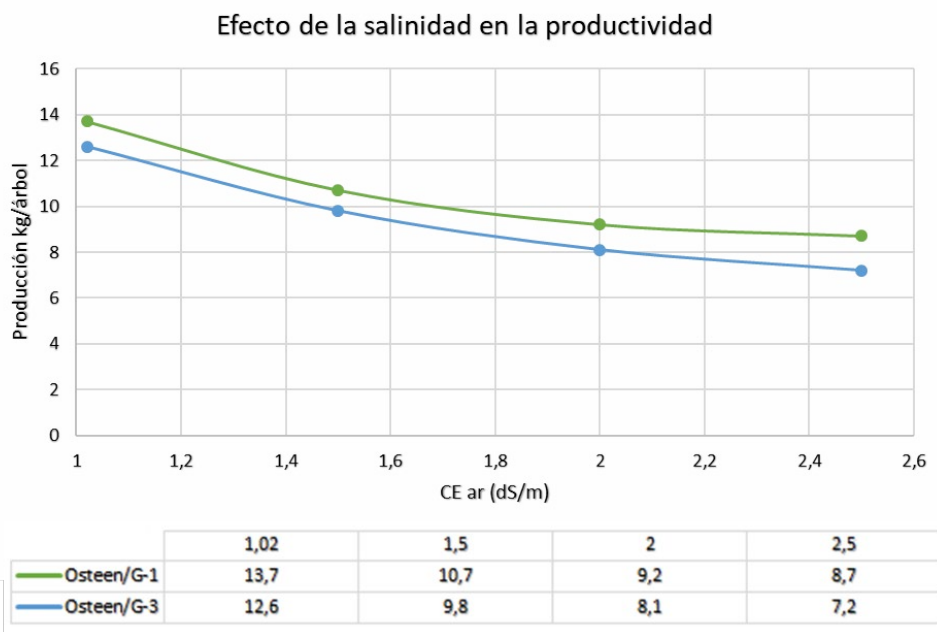


Figura 15 producción de mango con aguas de distinta concentración salina. Fuente de los datos: Rodríguez Pleguezuelo et al (2018)

Observando esta gráfica se concluye que el patrón gomera 1 es más resistente a la salinidad. Además de esto, el patrón gomera-3 sufre un mayor descenso de la producción a medida que el agua es más salina. Hay que recalcar igualmente que a pesar de todo lo aquí comentado, los árboles injertados sobre el patrón mas resistente mostraron una mayor sintomatología.

Aunque el parámetro de la resistencia a la salinidad es importante, también lo es la producción que pueden llegar a alcanzar estos árboles según el patrón sobre el que se hallan injertado. En un estudio llevado a cabo por Hermoso González et al en 2015, en el centro de investigación de La Mayora (Málaga) se puso a prueba la producción del cultivar ‘Keitt’ sobre cuatro patrones diferentes: Gomera-1(G-1), Gomera-3 (G-3), 13/1 y Dasi en condiciones climáticas mediterráneas. En este estudio se recogió, además, otros parámetros de calidad de los frutos, como su dulzura.

En la tabla XX, adjunta a continuación, se pueden apreciar los parámetros de producción recogidos en dicho estudio en los árboles durante su edad adulta, desde los años 2002 a 2012.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Rootstock	Fruit weight (g)	Potential yield (kg/tree)	Trunk cross sectional area (cm ²)*	Yield efficiency (g/cm ²)
13/1	419.1 a	7.9 a	78.2 a	98.4 a
Dasi	470.1 a	20.4 b	108.9 c	181.0 b
G-3'	463.7 a	15.4 ab	100.4 bc	146.3 ab
G-1	449.2 a	13.9 ab	89.2 ab	136.9 ab

Tabla 3 medias de datos del cultivar 'Keitt' sobre diversos patrones. Fuente: Hermoso González (2015)

En dicha tabla se recogen, desde izquierda a derecha, el nombre del patrón, el rendimiento potencial, la sección del tronco y el rendimiento del cultivo en gramos por centímetro cuadrado.

Lo que se puede sacar en conclusión de este estudio es que el patrón 13/1 no destaca por ser el más productivo en condiciones de cultivo 'normales', ya que en dicho estudio se aplicó agua con una conductividad de 0,6 dS/m, que no destaca por ser muy salina, y este patrón solo tiene una ventaja comparativa en condiciones de alta salinidad. No obstante, los resultados de este estudio deben ser tomadas como referencia, pues se llevaron a cabo en unas condiciones climáticas diferentes a las que hay en canarias. Por otro lado, en este mismo experimento se midieron algunos parámetros de calidad de los frutos, los cuales pueden verse en la tabla XX, adjunta a continuación.

Rootstock	Flavour ¹	Jelly seed ²	Brix degrees
13/1	7.1 a	8.6 a	16.7 a
Dasi	7.0 a	8.1 a	15.8 a
G-3	7.1 a	8.3 a	16.6 a
G-1	7.0 a	8.2 a	17.1 a

Tabla 4 parámetros de calidad medidos en el transcurso de este estudio. Fuente: Hermoso González (2015)

Por lo general, los mencionados portainjertos tuvieron un comportamiento muy similar en lo que a calidad respecta, no habiendo ninguno que destacase sobre los demás.

En otro estudio, llevado a cabo en Almuñécar (Granada) por Durán Zuazo et al en 2006 se midió también el rendimiento de dos variedades distintas: osteen y 'Keitt' sobre los patrones Gomera-1 y Gomera-3 bajo unas condiciones normales de salinidad y fertilización. En la tabla XX, anexa a continuación se puede apreciar los parámetros recogidos durante los tres años que duró este estudio.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Cultivar / rootstock	Fruit characteristics			Cultivar / rootstock	Fruit characteristics		
	Yield (kg·tree ⁻¹)	Number of fruits·tree ⁻¹	Weight (g)		Yield (kg·tree ⁻¹)	Number of fruits·tree ⁻¹	Weight (g)
Osteen				Keitt			
Gomera 1	17.7 a	31 a	569.6 a	Gomera 1	17.2 a	22 a	780.4 a
Gomera 3	15.1 b	26 b	580.8 a	Gomera 3	20.8 b	24 a	864.7 b
Year				Year			
1st	13.5 a	24 a	561.5 a	1st	19.9 a	25 a	798.2 a
2nd	16.9 b	31 b	546.0 a	2nd	17.2 b	22 b	784.5 a
3rd	15.9 b	27 b	590.0 b	3rd	21.1 a	25 a	845.7 a

Tabla 5 rendimientos de los árboles según el portainjerto. Durán Zuazo (2006)

Con estos datos, se puede apreciar que la variedad osteen es más productiva sobre el patrón Gomera-1, mientras que la variedad ‘Keitt’ lo es sobre el patrón Gomera-3, siendo en este caso un 15% menos productiva que el anterior. Se debe tener en cuenta que este estudio se llevó también en unas condiciones de clima mediterráneo.

Pero aún con este inconveniente, se puede apreciar que en lo que respecta a la elección de los patrones solo se debería seleccionar uno de los dos Gomera, debido a la escasa salinidad del suelo y agua del lugar de estudio elegido, descartándose por ello el 13/1. El patrón Dasi, mostrado en el segundo estudio todavía no está disponible a nivel comercial, estando este en fase de investigación.

La discusión definitiva de la elección del patrón, comparándolo con todos los condicionantes enunciados en el anejo 2 se expondrá a continuación en el siguiente punto.

2.3. Elección del patrón y su justificación

Con todo lo expuesto anteriormente se puede concluir que los patrones más indicados para este proyecto son los Gomera-1 y Gomera-3. Entre ellos no existen grandes diferencias entre sí.

En el caso del grupo de parcelas elegidas, con unas características similares, no tenían ninguna condición limitante especial. Tal y como se puede apreciar en la tabla XX, adjunta a continuación, donde se recapitulan las condiciones más importantes del suelo de esta zona.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

pH	%MO	P ₂ O ₅ (ppm)	Complejo de cambio (meq/100 gr)				CE (sat) dS/m	% SAT
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺		
7,4	3,0	128	16,9	3,9	9,0	0,91	0,75	43

Tabla 6 propiedades del suelo de las parcelas elegidas.

De estas propiedades lo único relevante a comentar es que no se debería permitir que hubiese un excesivo agotamiento de las reservas de potasio del suelo para evitar que se agrave el antagonismo con el magnesio, que también es muy abundante.

En lo que respecta a la salinidad, tanto el agua de riego como el suelo en sí son muy poco salinos, por lo que hay ninguna necesidad especial al respecto, de igual manera que sucede con los cationes en el agua de riego, más allá de las indicaciones explicadas en el anejo anterior.

El otro parámetro que hay que tener en cuenta, además de la disponibilidad de estos patrones, que ambos son de fácil obtención en las canarias y la península, es el hecho de que la información que hay disponible de la resistencia a enfermedades u otras adversidades del suelo en el caso concreto de estos patrones todavía no es muy abundante.

Ante esta situación de incertidumbre y a sabiendas que no hay una excesiva variación entre ambos patrones, sumado a las condiciones favorables de suelo que hay aquí presentes y por lo general no hay problemas de compatibilidad por parte de los mismos al injertarse sobre ellos variedades de tipo ‘florida, como los cultivares elegidos, se propone emplear ambos patrones, actuando cada uno de ellos como portainjerto para una variedad distinta.

Así, en esta plantación, se propone emplear el patrón Gomera-1 para la variedad ‘Keitt’, de vigor escaso. El motivo de esta selección es que, debido a que este garantiza algo menos de homogeneidad y esta variedad no es muy vigorosa, el efecto negativo que, potencialmente podría provocar esta combinación en lo que respecta a la heterogeneidad del vigor no será especialmente relevante.

Por otro lado, la variedad ‘Isis’ se injertará en el patrón Gomera-3. Dado que esta variedad es más vigorosa que la anterior, aquí sí que cobra más importancia que las plantas sean más homogéneas. A pesar de ello hay que recalcar que la homogeneidad

que garantiza este patrón se es muy superior a la que garantiza el Gomera-1, siendo esta diferencia relativamente pequeña.

Con esta selección se va a conseguir, en principio, una plantación que no va a ser excesivamente vigorosa, con una relativa homogeneidad entre las plantas en que ni el suelo ni el agua de riego van a limitar el desarrollo de la misma. En esta la producción estará más diversificada gracias a que se han elegido dos variedades con diferentes fechas de maduración de la fruta.

El hecho de haber seleccionado dos variedades sobre dos patrones distintos, a falta de conocer más información sobre sus posibles susceptibilidades a enfermedades se convierte en una forma de diversificar el riesgo de esta inversión.

En el siguiente apartado del presente documento se va a discutir las características que esta plantación tendrá, tales como el manejo del suelo o los marcos de plantación.

3. Definición de las características de la plantación

3.1. Introducción

En el presente apartado se va a definir las características fundamentales que tendrá la plantación del proyecto aquí planteado. Estos parámetros van a definir en gran parte tanto las labores posteriores de manejo de este cultivo como los trabajos de preparación del terreno.

En el presente anejo también se hará una ligera mención a algunos de los parámetros que se van a llevar a cabo en el manejo posterior. No obstante, el grueso de las labores de manejo así como su justificada elección se mencionarán más adelante, en el anejo V.

3.2. Elección del marco de plantación y ubicación de las variedades

El marco de plantación es un elemento fundamental en lo que respecta a la definición de muchas de las labores de cultivo que posteriormente se van a llevar a cabo. Los condicionantes que más influyen a la hora de decidir el marco de plantación de una especie arbórea son fundamentalmente el vigor de la variedad así como la maquinaria que hay disponible para efectuar las labores necesarias.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Como se ha comentado en puntos anteriores del presente documento, el crecimiento de estos frutales en las condiciones climáticas de canarias no es excesivo, lo que permite que se puedan introducir más individuos por hectárea e incrementar los rendimientos.

Por otro lado, el ya comentado papel del patrón, en lo que respecta a su poder enanizante ha sido señalado anteriormente, destacando que los patrones elegidos: Gomera-1 y Gomera-3, tienen cierta capacidad reductora del vigor, si bien esta no es excesiva.

En el caso del mango en Canarias, Modesto Hernández (2020), recomendó que para cultivares de escaso crecimiento se emplease un marco de plantación 3X2 m, mientras que para variedades con un porte más vigoroso sería necesario un marco de plantación de 4X4 m. Adicionalmente, si dichas variedades eran vigorosas y se cultivaban, bien en invernadero o bien en una zona muy cálida, se debería elegir un marco de plantación de 5X5.

En el caso concreto de este proyecto, ya se comentó que la zona elegida no destacaba por ser ‘cálida’, en comparación con otras regiones del archipiélago canario, de tal manera que este último marco de plantación comentado debería descartarse.

Dado que en el proyecto se va a elegir dos variedades de distinto vigor, los marcos de plantación en ambas serán distintos.

En el caso de la variedad ‘Isis’, que es más vigorosa, se va a elegir un marco de plantación de 4X4, siguiendo las recomendaciones del autor anteriormente mencionado, mientras que en el caso de la variedad ‘Keitt’, se va a cultivar en un marco de 3X2 m debido a su escaso vigor

En el caso concreto de la variedad ‘Keitt’, dado su escaso vigor, se van a ubicar todos los individuos de este cultivar en los bancales más estrechos, los cuales están ubicados en la zona de mayor elevación de la plantación, en el oeste del grupo de parcelas seleccionadas, así como en el extremo sureste de este emplazamiento, ocupando aproximadamente 4,3 has, mientras que la variedad ‘Isis’ ocupará las 10,3 has restantes. En el documento ‘planos’ se podrá apreciar con más detalle las superficies ocupadas por cada una de las variedades. Esta división será también tenida en cuenta para el riego y la fertilización en futuros apartados.

Además de la elección de estas parcelas en base al vigor, también se ha procurado que la variedad 'Keitt', más tardía, se ubicase en las zonas más altas dentro de este emplazamiento a fin de que la otra sufriese lo menos posible los efectos adversos de las mismas.

3.3. Elección del sistema de formación

La poda es una parte esencial del manejo del cultivo ya que ella se puede obtener una correcta formación del árbol que permita obtener producciones abundantes así como asegurar la sanidad del cultivo frente a plagas y enfermedades. Existen diferentes tipos de poda en el mango según la finalidad de las mismas, siendo estas: Poda de formación, poda de saneamiento o mantenimiento, aclareos y poda de despunte. Si bien es cierto que existen otros tipos de poda como la de rejuvenecimiento o la de reinjerto de nuevas variedades, en el caso de este proyecto no se consideran relevantes.

La poda de formación es aquella que permite generar la estructura del árbol. La altura del primer corte debe ser escogida por el productor en función de los objetivos que este quiera para su plantación. Es importante en este tipo de poda que el árbol quede con una copa de cierta apertura para que la luz pueda llegar a sus ramas interiores así como permitir la penetración de los tratamientos fitosanitarios.

Para la poda de formación en vaso, una vez que las plantas se han recibido injertadas del vivero, se deben dejar crecer hasta 80 cm o 1 m a un único tallo, eliminando durante este desarrollo los brotes no deseados. Cuando ya se ha alcanzado la altura elegida, la cual debe ser algo mayor para cultivares como 'Keitt', que tienen unas ramas largas y pendulares y que de ser demasiado bajas podrían provocar que sus frutos tocasen el suelo, afectando muy negativamente a su calidad.

A la hora de efectuar esta primera poda, se debe rebajar el árbol de 10 a 20 cm desde su ápice. La supresión de esta parte del árbol debe hacerse una vez el tallo principal haya madurado (lignificado). En el caso de canarias, se debe evitar efectuar estas labores de poda durante los meses de otoño e invierno ya que de suceder, estos árboles serían más propensos a desarrollar inflorescencias en esta época, lo cual afectaría muy negativamente a su desarrollo.

Estos cortes en el árbol de mango deben realizarse justo debajo de un nudo, siendo conveniente aplicar desinfectantes o productos cicatrizantes de poda posteriormente. Una vez se haya producido este corte, las yemas más próximas al ápice se desarrollarán,

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

emitiendo tallos, de estos, se deben elegir los más fuertes y que a la vez tengan una posición alterna unos de otros. El resto de ramos que se hayan desarrollado deberán eliminarse.



Figura 16 árbol de mango con tallo maduro, listo para su poda. Fuente: Galán Saúco, 2009

Una vez que estas nuevas ramas se hayan lignificado, se deberán pinzar (es decir, cortar parcialmente la rama). En este caso es importante efectuar ese corte lo más cerca posible a la yema terminal, ya que este tipo de árboles es todavía muy joven, poseyendo una superficie fotosintética reducida, sobre la que cualquier brusco cambio le podría suponer la posibilidad de sufrir una mayor pérdida en su desarrollo. Hay que recalcar que estos pinzamientos, al igual que con la primera poda, deben realizarse fuera de los meses más fríos del año, a fin de evitar la aparición de floraciones precoces, que debilitarían notablemente este frutal. Por otro lado, se debe evitar pinzar brotes débiles. Todas estas recomendaciones pueden variar según cultivares. Galán Saúco (2009) recomendó que, dado que en el caso de la variedad 'Keitt', la cual se va a incluir en este proyecto, estos pinzamientos son de mayor importancia, pues esta variedad desarrolla un elevado número de brotes laterales a la vez que emitir ramas con ángulos de inserción menores de 45°, las cuales deben ser eliminadas si se pretende conseguir una plantación sana.

Este proceso de despunte debe repetirse durante los 2-3 primeros años de la plantación, y si la densidad de plantación no es excesivamente baja, el espacio que ocupará el árbol

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

definitivamente se habrá alcanzado. En la figura 17, adjunta a continuación se puede apreciar un esquema gráfico de la realización de esta poda. En él B se corresponde con la primera poda, C se corresponde con la segunda poda y D muestra el aspecto del árbol tras esta última poda.

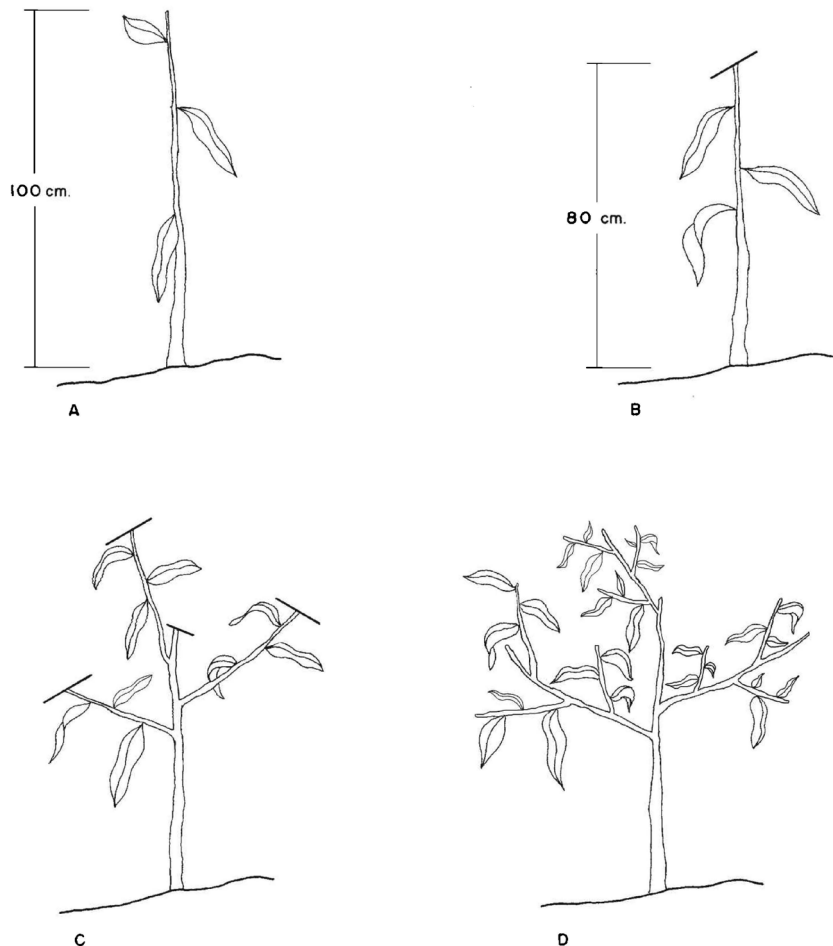


Figura 17 esquema de la poda de formación en el mango. Fuente: Galán Saúco, 2009

La poda que se realiza después de haber completado la formación y haber iniciado la producción es diferente, en ella, antes de que el árbol haya alcanzado su desarrollo definitivo, se deben despuntar aquellos brotes que hayan producido inflorescencias unos 5 nudos antes de la yema terminal. Cuando el árbol haya alcanzado el desarrollo completo se debe despuntar el árbol aproximadamente después de la última inflorescencia.

Las indicaciones aquí dadas son una guía específica para la formación en vaso, pero comparten también muchas características con otros tipos de formación. Otros tipos de conducción de las copas son los siguientes:

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

-Formación en espaldera: es un tipo de poda especialmente enfocado a invernaderos, con marcos de plantación pequeños como 3X2 m en que se suelen emplear variedades poco vigorosas. En este tipo de podas es necesario contar con un sistema de alambres que actúan como apoyo para el desarrollo del árbol e incentivar un mayor desarrollo del mismo en horizontal. Para conseguir que el árbol se adapte a este tipo de poda, se permite crecer al árbol hasta casi la altura del primer alambre, efectuando un pinzamiento en el brote terminal. De los tres brotes más próximos a este corte, el más elevado se tensará de forma erecta hasta tocar el alambre superior y los dos inmediatamente inferiores se guiarán lateralmente en direcciones opuestas apoyándose sobre los alambres, repitiéndose esta operación sucesivamente. En estos sistemas de conducción los soportes se colocan cada 7-8 metros con alturas de hasta 4 metros. La altura recomendada de alambres en estos sistemas es de 90, 180 y 280 cm sobre el suelo, siendo igualmente aconsejable la instalación de un doble alambre a 75 cm del suelo para sostener los brotes basales y garantizar que los frutos no toquen el suelo.



Figura 18 mango podado en espaldera. Fuente: australian mangoes

-Formación a eje central: en este tipo de conducción de la copa se busca que el árbol produzca fruta en pisos. Aquí el árbol se forma a un único eje, permitiendo que este pueda crecer en altura. La desventaja principal que presenta este tipo de poda es que necesita de un tutor para prosperar, pero puede adaptarse a muy diversas densidades de plantación, desde muy bajas con árboles de alto vigor a muy altas con árboles de vigor más escaso. No se recomienda este sistema de formación para regiones áridas o con vientos fuertes frecuentes.



Figura 19 formación del mango en eje central. Fuente: ICIA

En base a todo lo aquí expuesto, en este punto del documento se va a exponer justificadamente la elección del sistema de poda que ambas plantaciones tendrán. Si bien hay que tener en cuenta que el vigor de los árboles de las variedades elegidas no es el mismo, tampoco lo es el marco de plantación.

El sistema de poda que se cree que mejor cumplirá con las condiciones deseadas es el de poda en forma de vaso, por lo que se elegirá este para ambas variedades. Los motivos por los que este sistema de poda se elige son:

1. La facilidad para llevar a cabo el mismo en comparación con los otros. Hay que tener en cuenta que no siempre se contará con un grupo de podadores profesionales, por lo que la sencillez es algo que cobra vital importancia ya que con una poda más sencilla los operarios tendrán menos probabilidad de equivocarse. Relacionado con este aspecto es el tema del factor tiempo. Si la poda es más compleja llevará más tiempo, y en última instancia el coste de la mano de obra se encarecerá.

2. Inversión inicial: en caso de elegir el sistema de poda en espaldera, se hará necesaria la instalación de postes y alambres, lo que de por sí es un importante coste añadido, a lo que habría que sumar su instalación. Los otros dos sistemas de poda no requieren una inversión inicial tan elevada, por lo que resulta más apropiados para este proyecto. Hay que tener en cuenta que, dado que el mango es, en el caso de España, un cultivo relativamente poco conocido, los promotores de este tipo de proyectos no están

dispuestos a asumir un gran riesgo al efectuar este tipo de inversiones, por lo que prefieren abaratar los costes lo máximo posible

3.4. Elección de los árboles y establecimiento de la plantación

El paso previo a realizar antes de que se establezca la plantación es la selección de los árboles. La primera decisión que se debe tomar en este contexto es si la planta debería ser adquirida injertada en vivero o si esta debería ser injertada en campo. Para justificar la elección se va a exponer en primer lugar las ventajas e inconvenientes de cada una de estas alternativas.

-Plantación de patrones y posterior injerto: En este caso el patrón sería o sembrado en la propia parcela o bien plantado, para posteriormente injertar en campo las variedades. Con este sistema se consigue que la floración no se produzca tan fácilmente en los primeros tres o cuatro años, así como conseguir un desarrollo más vigoroso del árbol. Por contraparte, se necesita una mano de obra más cualificada, a lo que hay que sumar el hecho de que los injertos en campo conllevan un riesgo añadido, pues es un entorno en que el material vegetal se puede contaminar más fácilmente. La plantación se debe hacer en los meses de primavera o entre agosto y octubre.

-Plantación de individuos ya injertados: en este caso la planta es injertada en vivero y se colocaría sobre el terreno con la variedad ya injertada. En este caso el injerto se realizaría en el vivero, en donde hay personal e instalaciones especializados en ello, de tal manera que la mortalidad de plantas será algo menor. Además de esto, la disponibilidad de plantas en vivero suele ser mayor. Por otro lado, los frutales que sean establecidos en el nuevo terreno de esta manera tienen mayor probabilidad de tener floraciones precoces, que son muy perjudiciales para el desarrollo del árbol, y que requeriría de la eliminación de las panículas, lo cual incrementaría los gastos iniciales del cultivo.

Con lo anteriormente dicho se va a decidir adquirir la planta directamente injertada en vivero ya que las probabilidades de que las plantas sufran adversidades en campo se consideran bastante importantes. A esto hay que sumarle que existe una alta dificultad para encontrar profesionales altamente cualificados para este tipo de injertos en mango.

En los viveros que se dedican a la producción de mango, el injerto se realiza aproximadamente 8 meses después de la siembra. Para poder este injerto la planta debe tener alrededor de 1 cm de diámetro a media altura y cuando la planta haya alcanzado

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

unos 60-70 cm de altura. La planta estará disponible para plantar en campo cuando la altura del brote del injerto sea de al menos 45-50 cm.

En total, desde la siembra del patrón hasta la plantación en campo pueden transcurrir de 19 a 24 meses. La propagación de los portainjertos en mango se realiza exclusivamente por semilla a nivel comercial. Otras formas de multiplicar este material vegetal, como la micropropagación solo existen a nivel experimental, debido al elevado coste que esta acarrea.

Para obtener los patrones las semillas deben colocarse sin pulpa y sin la cáscara a fin de evitar deformaciones de la plántula y adelantar la germinación de las mismas hasta 10 días. Una vez limpiadas, las semillas se someten a un proceso de secado durante 1 o 2 días a la sombra o en un lugar seco y no excesivamente cálido. Antes de la siembra, la semilla debe recibir un tratamiento fungicida, este debe sembrarse sobre un sustrato poroso con el lado convexo de la semilla hacia arriba, de tal manera que el tallo y la raíz broten de una forma vertical, evitando que ambos se curven. Tras esto las semillas deben ser enterradas bajo 3 cm de sustrato.



Figura 20 proceso de supresión de la semilla en mango. Fuente: ICIA

Estas semillas tardan en germinar de 2 a 3 semanas. Cuando los brotes hayan alcanzado los 15 cm de altura se seleccionan las plántulas más vigorosas, prescindiendo de aquellas fuera de tipo. Las plantas elegidas se trasplantan a una bolsa o maceta, esta deberá tener una profundidad mínima de 35 cm para evitar que las raíces se enrollen y que no esté en contacto con el suelo.

En los viveros españoles, los injertos que normalmente se realizan son de dos tipos: de púa lateral o terminal. En ambos casos se necesita material vegetal (púas).

-Injerto de púa terminal: Se hace un corte en forma de 'v' en la púa, mientras que en el patrón se elimina la yema terminal y se hace un corte longitudinal en el patrón para

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

posteriormente insertar esta primera sobre el segundo. Para que este método pueda obtener buenos resultados es esencial que ambas partes tengan el mismo diámetro y el mismo estado de madurez. Esta técnica consigue un muy alto porcentaje de éxito y se efectúa preferentemente en viveros.

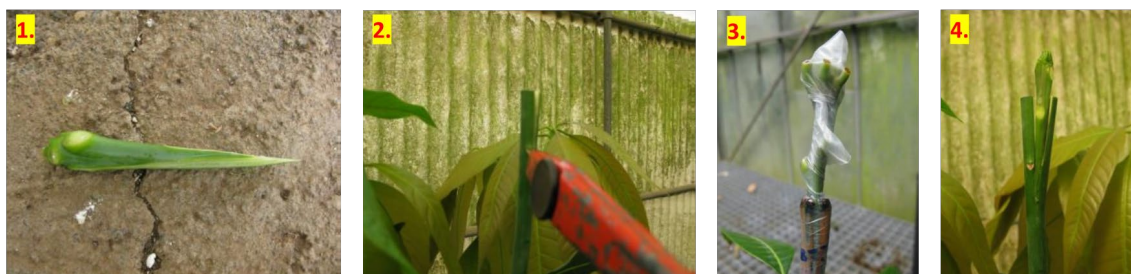


Figura 21 esquema gráfico de los pasos para hacer un injerto de púa terminal. Fuente: ICIA

Para que estas púas puedan injertarse sobre el patrón deben reunir un mínimo de características, siendo estas: estar en un buen estado de madurez, con la yema terminal hinchada. Las púas deben tener unos 10 cm de longitud y deben ofrecer resistencia al arqueado. Las hojas deben ser eliminadas al extraer la púa de la planta madre, este material vegetal se debe conservar en un lugar fresco, lejos de fuentes de calor hasta que se haya injertado definitivamente.

-Injerto de púa lateral: Consiste en la inserción de un trozo de madera de la variedad con yemas vegetativas sobre la madera del portainjerto. En este tipo de poda se debe procurar que la incisión en el tronco del portainjerto sea superficial. La corteza deberá retirarse en el momento en que se vaya a injertar. En este tipo de injertos se pueden emplear maderas de distintos diámetros. Este tipo de injerto suele realizarse en campo, consiguiéndose por lo general resultados bastante buenos.



Figura 22 detalle de un injerto de púa lateral en mango. Fuente: ICIA

Con todo esto dicho, en el caso de este proyecto los árboles, que serán traídos ya injertados de vivero, tendrán un injerto de púa terminal. El motivo de esta elección, además de es más apropiada para los árboles que se quieren establecer ya injertados es el que con este tipo de sistema se garantizan árboles más erectos, lo cual es de gran relevancia a fin de conseguir una plantación más homogénea, aunque la diferencia no sea muy elevada en comparación.

Al recoger las plantas del vivero es importante asegurarse de que las mismas se encuentren en un buen estado de salud. Se deben rechazar las plantas pequeñas, ya que tienen mucha mayor dificultad para prosperar en campo. Las plantas recibidas de vivero deben tener un follaje de buen aspecto (sin deformaciones) cuyas hojas maduras deberán ser de color verde oscuro. Si las plantas tienen entrenudos muy cortos y una roseta de hojas en la punta puede significar que la planta tenga una deficiencia de cinc o haya sufrido un ataque por thrips o ácaros o tenga un sistema radicular débil, por lo que en este caso la planta debería rechazarse. Otro aspecto fundamental es que la variedad y el patrón deben estar bien soldados. De no ser así, es altamente probable que la unión sea débil o haya sido atacada por una enfermedad. Asimismo es recomendable que el momento de la recepción el patrón de la planta conserve todavía algunas hojas propias, de lo contrario significaría que esta ha pasado mucho tiempo en el vivero. Por último, las raíces y la base del tallo deben ser lo más rectas y verticales posible, si estos presentan una curvatura, el árbol será menos vigoroso y tendrá muchas más probabilidades de morir. En caso de haber encargado con antelación las plantas al vivero, se recomienda visitarlas periódicamente para asegurar su buen crecimiento.



Figura 23 tallo y raíz curvos saliendo de una semilla. Fuente: Hermoso González, 2018

3.4. Elección del sistema de riego

En el presente punto se quiere marcar las líneas generales en que se sustentará el diseño del sistema de riego, el cual será más ampliamente tratado en el anejo VI.

En el caso del cultivo del mango, en condiciones mencionadas del emplazamiento elegido, se va a hacer necesaria la instalación de un sistema de riego debido a que la precipitación se estima como muy insuficiente para cubrir las necesidades hídricas del árbol, las cuales serán calculadas con mayor detalle en el anejo V del presente documento.

En lo que respecta a elección del tipo de emisores, se va a optar por un sistema de riego localizado. En la actualidad, en toda la superficie de este proyecto ocupada por platanera existe un sistema de riego por aspersión, el cual es bastante incompatible con el cultivo de mango. El riego por aspersión, además de ser menos efectivo que el localizado en lo que respecta a la eficiencia del uso del agua aplicada que se produce por parte de la planta, puede suponer también un riesgo añadido debido a que se pueden mojar las hojas o ramas del árbol, incentivando la aparición de enfermedades fúngicas, así como requerir una mayor presión de funcionamiento.

Además de lo anteriormente mencionado otro parámetro a tener en cuenta es el sistema radicular. El árbol de mango desarrolla normalmente un sistema radicular profundo, el cual es necesario para asegurar su estabilidad y resistencia al viento. Un sistema de riego por aspersión garantiza una aplicación de agua bastante uniforme en el suelo, lo que promueve que las raíces se tiendan a concentrar más en los horizontes superficiales. De igual manera sistemas similares al anteriormente mencionado, como es el de

microaspersión, también deberán evitarse, si bien estos tienen buena acogida en otros frutales, como el aguacate, que tiene un sistema radicular de menor profundidad.

Por otro lado, cabe destacar que, debido a la variación de pendiente que existe en estos terrenos, así como la existencia de dos variedades en dicho emplazamiento se hace necesario efectuar una sectorización de las parcelas a fin de poder aplicar la misma cantidad de agua en cada una de ellas, según sus necesidades. Además de esto, en el mencionado conjunto de parcelas se va a instalar un sistema de inyección de fertilizante que asegure que las plantas reciban la cantidad de nutrientes necesaria en base a su estado de desarrollo, de ahí que esta sectorización sea también muy positivamente conveniente.

En el grupo de parcelas existen actualmente varias balsas de riego. De ellas, solo las dos balsas centrales se conservarán para el actual proyecto, mientras que se construirá una nueva balsa en la zona más elevada. Estas serán empleadas para el riego de toda la plantación. El resto de depósitos se van a destruir ya que se pretende que el sistema de riego esté lo más unificado posible.

Dado que el conjunto de parcelas que abarca este proyecto se sitúan sobre un talud, la presión que en este sistema de conducciones se va a alcanzar será muy variable, por lo que se va a hacer necesario colocar reguladores de presión en las tuberías secundarias a fin de conseguir una presión mucho más uniforme en el conjunto de parcelas así como emplear emisores autocompensantes, de tal manera que no sea necesario adquirir un elevado número de tuberías portagoteros con características diferentes si no de unas características más uniformes.

Todas estas características del sistema de riego se detallarán más extensamente en el ya mencionado anejo VI.

3.5. Manejo del suelo

En lo que respecta al manejo de la superficie del suelo existen varios tipos de manejo que se pueden aplicar al mismo.

El que está más extendido es el uso de herbicidas o de desbrozadoras. En ambos casos se consigue mantener cierta estructura del suelo así como incorporar materia orgánica a la vez que reducir la erosión del suelo ya que se mantienen las hierbas adventicias eliminadas sobre el mismo. El problema que puede surgir con la aplicación de

herbicidas es que pueden afectar negativamente a los frutales, especialmente cuando son más jóvenes.



Figura 24 daños de herbicida en hojas de mango. Fuente: Galán Saúco, 2009

En línea con lo anteriormente comentado, también existe la posibilidad de plantear una asociación de cultivos que podrían diversificar algo más la inversión así como ayudar a incrementar la materia orgánica en el suelo o mejorar su estructura en una cuantía mucho mayor que con los herbicidas o la desbrozadora. La implantación de cultivos como la cebada puede ayudar a controlar mejor las malas hierbas y las leguminosas pueden fijar más nitrógeno en el suelo. Pero estas medidas no se recomiendan en entornos donde la precipitación es menor de 250 mm, además se haría necesario adquirir maquinaria adicional para efectuar la cosecha de esta cobertera o al menos externalizar el servicio.

Una última opción es el uso de acolchados, que pueden ser de múltiples tipos. Por lo general se cubre la línea de plantación con una anchura de 1,5- 2 m con un plástico negro. Al aplicar esta técnica de manejo, se consigue, no solamente que el suelo tenga una menor competencia con la vegetación adventicia, si no que además se mejora el contenido de humedad en el mismo y aumenta ligeramente la temperatura en el suelo. Por contraparte, el hecho de que la humedad se mantenga tan superficial puede acabar siendo una desventaja, más aún en el caso del mango, ya que los frutales con este tipo

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

de manejo tienden a desarrollar unas raíces más superficiales, lo cual es muy poco conveniente en un cultivo como el mango, que desarrolla y necesita de unas raíces más profundas.

La opción del laboreo tradicional debería descartarse ya que la mayoría de las raíces alimenticias del mango se encuentran hasta los 30-50 cm de profundidad y un pase de arados podría destruir gran parte de ellas. Esto no se traduciría solamente en un menor crecimiento (y menor producción en última instancia) si no que las múltiples heridas abiertas por esta labor repercutirían en una mayor probabilidad de que dichas plantas sean infectadas por plagas y enfermedades.

Con todo lo comentado anteriormente, en la plantación de este proyecto se va a proponer el empleo de desbrozadoras ya que es poco agresivo con el suelo, las raíces de la planta y el desarrollo fisiológico de la misma.

4. Bibliografía

Campbell, R.J. (2004). GRAFT COMPATIBILITY BETWEEN MANGIFERA SPECIES AND MANGIFERA INDICA L. 'TURPENTINE' ROOTSTOCKS AND THEIR SUBSEQUENT HORTICULTURAL TRAITS. Acta Hort. 645, 311-313 DOI: 10.17660/ActaHortic.2004.645.35

Durán Zuazo, Víctor & Rodríguez, Carmen & Tarifa, Dionisio. (2006). Fruit yield, growth and leaf-nutrient status of mangoes grafted on two rootstocks in a marginal growing area (South-East Spain). Fruits. 61. 163 - 170. 10.1051/fruits:2006014.

Fernández Galván, Domingo; Galán Saúco, Víctor. (1987). El cultivo del mango en Canarias. Consejería de agricultura del gobierno canario.

Galán Saúco, Víctor. (2017). MANGO ROOTSTOCKS. LITERATURE REVIEW AND INTERVIEWS. Extraído de Mango.org

Galán Saúco, Víctor. (2009). El cultivo del mango. Editorial Mundiprensa

H. Crane, Jonathan (editor). Proyecto de Evaluación de Variedades Cultivadas de Mango - Fase 1, 2017. Extraído de: https://www.mango.org/wp-content/uploads/2018/11/Mango_selection_Breeding_Phase_1_Dr_Crane_Final_SPN.pdf

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Hermoso González, José. 2018. Introducción al cultivo del mango en el sur peninsular. Caja rural Granada.

Hermoso, J.M., Guirado, E., González-Fernández, J.J. and Farré, J.M. (2015). STUDY ON PERFORMANCE OF "KEITT" MANGO ON DIFFERENT ROOTSTOCKS IN A MEDITERRANEAN CLIMATE. Acta Hort. 1075, 115-119 DOI: 10.17660/ActaHortic.2015.1075.11

Leguer Rafael. (2020). Guía técnica de producción sostenible de mango para la exportación. CONIAF

Modesto Hernández, Pedro. (2020). El mango en Canarias, icia.es

Mora Montero Juan, Gamboa Porras Jimmy, Murillo Elizondo Ricardo. (2002). Guía para el cultivo del mango. Instituto nacional de innovación y transferencia agropecuaria-Costa Rica.

Rodríguez Pleguezuelo, Carmen Rocio & Cárceles, Belén & TARIFA, DIONISIO & Gálvez Ruiz, Baltasar & García-Tejero, I.F. & Durán Zuazo, Víctor. (2018). TOLERANCIA DE PORTAINJERTOS DE MANGO (*Mangifera indica* L.) Y SU PRODUCTIVIDAD BAJO UNA AGRICULTURA SALINA. Agrícola Vergel. 25-31.



**Diseño y establecimiento de una plantación de
mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana
(La Palma)**

**DOCUMENTO I.
MEMORIA**

**ANEJO IV:
ESTABLECIMIENTO DE
LA PLANTACIÓN**

Autor : Sergio Lozano Tórtola

Julio de 2022

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Preparación del suelo	3
1.1. Introducción.....	3
1.2. Tratamiento de las estructuras de protección	3
1.3. Tratamiento de la superficie cubierta por platanera	5
1.4. Tratamiento de las construcciones y depósitos	6
1.5. Tratamiento de las zonas abandonadas.....	9
1.6. Adecuación del suelo para el establecimiento de los árboles.....	9
2. Plantación.....	11
2.1. Puesta sobre el terreno.....	11
2.2. Labores posteriores.....	13
3. Instalación del sistema de riego	15
3.1. Introducción.....	15
3.2. Instalación de las tuberías primarias, secundarias y terciarias	15
3.3. Instalación del cabezal de riego.....	16
3.4. Instalación de las tuberías portagotos.....	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 estructura de protección en el centro de la parcela. Fuente: ortofoto PNOA.....	3
Figura 2. Imagen de una plantación de platanera protegida. Fuente: martimar.com	5
Figura 3. Depósito circular que será destruido durante las labores previas. Fuente: Catastro.....	6
Figura 4 ubicación de los depósitos actualmente existentes en este emplazamiento Fuente: Ortofoto PNOA	7
Figura 5 ubicación de las construcciones con relevancia en estas labores previas. Fuente imagen: Google earht	8
Figura 6 barrena ahoyadora profundizando en el suelo. Fuente: Danuser	11
Figura 7 Entutoramiento de árboles de mango recién plantados. Fuente: agricheap.com	13

1. Preparación del suelo

1.1. Introducción

El terreno elegido para este proyecto actualmente posee regiones dentro del mismo muy heterogéneas, dentro de las cuales se puede encontrar: construcciones, terrenos en estado de abandono, plásticos de cobertura sobre cultivos de platanera y cultivos de platanera en sí al aire libre.

Cada una de estas regiones va a requerir unas labores diferentes, pero en última instancia lo que se desea conseguir es un terreno despejado sobre el que poder establecer correctamente este nuevo cultivo. Las labores que requieren estos se van a detallar a continuación hasta llegar a un estado de despeje del terreno en que no exista ningún tipo de impedimento para el establecimiento de la nueva plantación, desde ese punto, las labores del terreno serán comunes y no se hará ningún tipo de distinción.

1.2. Tratamiento de las estructuras de protección

Tal y como se comentó en el anejo 1, existen varias parcelas dentro del emplazamiento elegido las cuales poseen plataneras con estructuras de protección. Estas ocupan un total de 3 has, algunas de las cuales se encuentran en un estado bastante deteriorado.



Figura 1 estructura de protección en el centro de la parcela. Fuente: ortofoto PNOA

Para el establecimiento de la nueva plantación de mango, no se ha previsto la utilización de ningún tipo de estructura ya que los vientos no son excesivamente fuertes en esta

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

zona, asimismo, tampoco se ha optado por la instalación de un invernadero, con lo que estos plásticos deberán ser desechados. Para ello, se deberá llevar a cabo el desmantelamiento de estas instalaciones. Hay que tener en cuenta que debajo de las mismas se encuentran cultivos de platanera, que también deberán ser eliminados.

Para poder llevar a cabo el establecimiento de la plantación propuesta en estos terrenos lo prioritario es la eliminación de las plataneras antes ya mencionadas. A ser posible estas deberían ser eliminadas una vez se haya finalizado la cosecha, la cual se suele producir en el verano. Se debe destacar que la labor de eliminar estas plantas se debe efectuar también eliminando los hijos de los bananos a fin de evitar que estos vuelvan a rebrotar, aunque las labores posteriores de arado del terreno contribuirán igualmente a su eliminación.

Antes del levantamiento de esta plantación, el sistema de riego debe ser también eliminado de esta parcela. Recuérdese que, tal y como se comentó en el anejo 1, en todas las parcelas en que había cultivo existían sistemas de riego por aspersión, bastante común en las plataneras de esta zona. Antes de la eliminación de las plantas, todas las conducciones, así como los emisores deberán ser eliminados.

Al igual que se comentó con las estructuras, este sistema de riego actualmente existente no va a tener ningún uso posible en la nueva plantación ya que el mismo será de emisores de tipo localizado, al aportar el agua de una manera más eficiente y no mojar las hojas de los árboles de mango, con el consiguiente riesgo de mayor enfermedad.

Una vez se hayan eliminado todas las plantas, se debe efectuar la desinstalación de todas las estructuras previamente existentes. Estas consisten en una malla plástica junto con alambres y postes metálicos. Se contratará a un empresa especializada que pueda hacerse cargo de todos estos residuos, así como su retirada de las parcelas seleccionadas para este proyecto.

Estas labores se van a realizar por igual en todas las zonas del proyecto que poseen estas estructuras independientemente del estado de las mismas. Una vez el terreno se haya despejado completamente de las plantas y de las estructuras se realizará el paso de un subsolador a fin de airear el suelo. Las labores posteriores que se van a efectuar en este conjunto de parcelas desde este punto en adelante van a ser idénticas, por lo que se tratarán conjuntamente en el punto 1.6.



Figura 2. Imagen de una plantación de platanera protegida. Fuente: martimar.com

1.3. Tratamiento de la superficie cubierta por platanera

La mayor parte del terreno que futuramente se va a destinar a esta plantación (unas 8,25 has) está actualmente con cultivo de platanera sin ningún tipo de protección ni estructuras. Las labores que se van a realizar en este son muy similares a las ya mostrada en el punto anterior.

En este caso, al no existir ninguna estructura o construcción no va a ser necesario recurrir a ningún tipo de servicio externo que se encargue de su retirada.

En este caso bastaría con la eliminación de las plantas, así como de los hijos de las mismas. Tanto en este caso como en el anterior surge la incógnita sobre la gestión que se podría realizar con todos los residuos vegetales generados en esta operación.

Habitualmente en este tipo de explotaciones, las hojas caídas de las plataneras se suelen dejar sobre el suelo de tal manera que actúen como un acolchado, pero al tratarse de los tallos, de mayor tamaño es también habitual emplearlos como alimento para el ganado. En el caso de este proyecto, ante la ausencia de ganado y las grandes masas de vegetal en descomposición que se van a manejar se van a llevar todos ellos a un centro de compostaje.

Dejar dichos materiales sobre el suelo no se considera una opción pues, debido a su elevada magnitud, pueden suponer un estorbo para las labores de implantación del cultivo. Además, aunque aparentemente puedan tener muchos efectos beneficiosos

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

como la protección del suelo frente a la erosión o el incremento de materia orgánica, también pueden ser una fuente de atracción de plagas e insectos enemigos del nuevo cultivo a establecer, siendo esto muy contraproducente teniendo en cuenta que este nuevo cultivo va a ser mucho más sensible a estas por su baja edad.

Una vez que todos los restos vegetales, así como las gomas de riego, se procederá a realizar un subsolado en toda esta superficie. Desde este punto ya todas las labores son comunes con el resto de parcelas de este emplazamiento, las cuales se tratarán en el punto 1.6.

1.4. Tratamiento de las construcciones y depósitos

En el emplazamiento elegido, también existen una serie de depósitos de agua y construcciones, las cuales no se van a mantener en la futura plantación de mangos.

En primer lugar, de los depósitos existentes, solo uno va a ser derribado, concretamente el que se encuentra lindando con el barranco de punta sancha. Estos que, como se puede ver en la figura 3, adjunta a continuación son de hormigón, deberán derruirse mediante retroexcavadoras para, posteriormente llevar estos restos a vertederos autorizados. El suelo que quede debajo de los mismos podrá ser empleado para cultivo del mango.



Figura 3. Depósito circular que será destruido durante las labores previas. Fuente: Catastro

La tarea de destrucción de los depósitos mencionados ha de realizarse una vez las plataneras hayan sido levantadas y antes de iniciar con otras tareas de preparación del terreno a fin de que el perjuicio a las propias labores de destrucción de estas estructuras y a la posterior plantación sean los mínimos posibles.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

El depósito que será destruido puede apreciarse a continuación en la figura 4, señalado con el número 2. Los otros dos depósitos existentes serán conectados mediante una conducción por gravedad.

Así, el número 1, situado a mayor cota, será empleado a modo de “ampliación de reserva” del tercero, en que se ubicará el cabezal de riego. en el apartado plano se podrá apreciar con mejor detalle las ubicaciones de estos elementos en el estado actual así como en el proyectado.



Figura 4 ubicación de los depósitos actualmente existentes en este emplazamiento Fuente: Ortofoto PNOA

En el emplazamiento elegido existen también algunas pequeñas construcciones que los anteriores dueños empleaban a modo de almacén para herramientas. Estas han sido señaladas en amarillo en la figura 5, anexa a continuación. Las mencionadas edificaciones son de unas dimensiones muy pequeñas y no podrían ser aprovechadas en la futura plantación que aquí se va a establecer.



Figura 5 ubicación de las construcciones con relevancia en estas labores previas. Fuente imagen: Google earth

La destrucción de estas construcciones, al igual que los depósitos, se va a efectuar mediante retroexcavadoras, para posteriormente retirar los residuos que queden de esta obra. Una vez despejado el terreno, el suelo que ocupan estas estructuras estará ya disponible para ser cultivado, sobre el cual se harán las mismas labores que el resto de suelos.

Adicionalmente en la figura se ha marcado en azul dos construcciones que actualmente se emplean como casa de aperos. La ubicada en la parte superior izquierda será destruida debido a que se encuentra en estado de abandono y se prefiere emplear la otra que se ha señalado ya en la que en ella se podrá guardar la maquinaria que se va a emplear para la construcción. Esta tiene las dimensiones adecuadas (de 10X19 m) para poder ser empleada para dicho propósito así como la puerta de la misma permite la entrada de ella, por lo que en este caso no se necesita hacer ningún tipo de reforma en la misma, estando ya disponible para el presente proyecto. La otra construcción marcada en azul es una casa-almacén que actualmente esta en estado de abandono y se prescindirá de ella en este proyecto, siendo derribada al igual que el resto de construcciones mencionadas.

1.5. Tratamiento de las zonas abandonadas

De las 14,6 has de superficie catastral que suman todas las parcelas implicadas en este proyecto, 3,3 has estaban en estado de abandono, sin ningún tipo de cultivo. En ellas la vegetación de tipo arbustivo está bastante extendida debido al largo periodo de abandono de estas.

Dado que no existen sistemas de riego u otras construcciones en estos terrenos, las labores de preparación de este terreno van a iniciarse con un desbroce y limpieza de este suelo, eliminando los arbustos y las hierbas.

Una vez se hayan finalizado estas actividades se podrá comenzar a continuación con las siguientes labores. La primera de ellas será el subsolado del terreno, al igual que en el resto de parcelas con otros tipos de cubierta en el suelo. Desde aquí en adelante, todos los espacios destinados a la plantación van a seguir el mismo proceso, el cual se va a exponer en el punto 1.6

1.6. Adecuación del suelo para el establecimiento de los árboles

Tal y como se ha expreso en los puntos anteriores, la primera labor que se va a efectuar comúnmente va a ser un subsolado de todas las parcelas del emplazamiento. Esto se ha decidido así ya que se quiere conseguir una aireación, recuperar suelo compactado y mejorar la infiltración, ya que este suelo tiene una permeabilidad baja, todo ello para favorecer un mejor desarrollo radicular de las plantas. Este se va a realizar siguiendo las curvas de nivel y con una única dirección, sin hacer cruces entre los pases.

Dado que el contenido de materia orgánica de este suelo es elevado, y el resto de propiedades (fertilidad, acidez) se hallan en valores correctos para el cultivo que se quiere establecer, no se va a efectuar ninguna tipo de enmendado ni labor adicional.

Una vez finalizado el paso de los rejonos, la siguiente labor será efectuar la fertilización de fondo seguido de un pase de arado de discos, que deje el terreno con una mayor uniformidad, así como eliminar de manera mecánica las malas hierbas que hayan podido quedar de las labores anteriores a la vez que incorporar al suelo estos restos vegetales, enriqueciéndolo ligeramente de materia orgánica.

Antes de abrir los hoyos en que se implantarán los mangos, es imprescindible realizar el replanteo y marcado de la ubicación de los mismos. Estas operaciones consisten en ubicar el lugar en que se va a colocar cada árbol, y es de especial relevancia, ya que de

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

no estar en fila, estos no podrán recibir de una manera uniforme los tratamientos fitosanitarios o las labores de manejo del suelo, así como dificultar el riego ya que la longitud de goma prevista no sería suficiente para abarcar todos los árboles. Es por ello por lo que esta labor debe ser efectuada con bastante esmero, ya que los árboles, una vez plantados, no se pueden levantar.

En plantaciones tradicionales se empleaban cuerdas y jalones para medir los lugares exactos en los que ubicar dichos árboles, usando para ello una referencia como pudiera ser la esquina de un terreno. En el caso del proyecto que aquí se está tratando, este sistema es poco recomendable debido a la heterogeneidad de este emplazamiento. Esto es debido a que en él hay numerosos bancales y se haría necesario tomar múltiples puntos de referencia en el desarrollo de esta labor. Es por ello que se va a contratar a una empresa que efectúe estas operaciones mediante geolocalización de alta precisión, empleando las ubicaciones dadas en plano.

A pesar de esta elección, durante el diseño del plano de plantación se ha seguido el criterio de seguir las líneas de nivel en lo que refiere a la ubicación de las filas, de tal manera que las labores que futuramente se efectuarán en las mismas no agravarán la erosión en este emplazamiento.

Cuando el suelo esté ya igualado en superficie y se hayan colocado señales de la ubicación de los árboles, se podrá iniciar la apertura de hoyos y colocar en ellos las plantas. Los hoyos deberían abrirse de 10 días a un mes antes de la plantación definitiva de los árboles de mango, siempre que el tiempo lo permita (no se debe de llevar a cabo estas acciones en momentos en que haya llovido y/o se esperen fuertes precipitaciones).

Para apertura de hoyos se va a emplear una barrena ahoyadora (como la que se puede apreciar en la figura 6, adjunta a continuación). Este utensilio, de punta estrecha se clava en el suelo a la vez que gira, haciendo un hueco. Se ha elegido esta opción porque resulta rápida y barata frente a la apertura de hoyos manual. El inconveniente de esta elección es que las paredes de los hoyos quedan bastante compactadas, y si se dejasen en este estado se generaría un efecto vaso, en que las raíces tendrían mucha dificultad para superar esa barrera de tierra compacta. Es por ello que durante esta operación se va a contratar a un operario que, tras el paso de la máquina, golpee las paredes de los hoyos con una azada, a fin de que estas se descompacten.



Figura 6 barrena ahoyadora profundizando en el suelo. Fuente: Danuser

Los hoyos deben tener una profundidad de 0,4 a 0,5 metros y un diámetro estimado de 0,3 m, a fin de que el cultivo de mango pueda establecerse correctamente.

La colocación de las gomas de riego se efectuará tras la implantación de los árboles. En el momento en que estos se ubiquen sobre el suelo se deberán regar abundantemente empleando agua bombeadas desde las balsas de riego, que ya estarán plenamente operativas, o bien con camiones cisterna. Las tuberías secundarias y terciarias deberán haber sido instaladas antes de la plantación.

2. Plantación

2.1. Puesta sobre el terreno

Una vez se hayan hecho los hoyos y se hayan dejado reposar el periodo correspondiente, se podrá ya entonces iniciar la plantación propiamente dicha de los árboles de mango.

Los árboles serán traídos desde el vivero en cepellón, sin ningún tipo de sustrato, ya que de esta manera salen más baratas las plantas, pero tomando las medidas de protección de las raíces necesarias.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Dado que los marcos de plantación son muy pequeños, sumado a la presencia de los propios bancales, el mecanismo de establecimiento de los árboles será de manera manual, en que un grupo de operarios traerán el material vegetal desde el camión, ubicado en alguno de los caminos circundantes a la parcela. De esta manera se evita que la maquinaria pueda quedar atascada en uno de los hoyos preparados para la plantación. Antes de la colocación definitiva de los árboles se debe aplicar una pequeña cantidad de fertilizante rico en fosfato en cada uno de estos hoyos.

Para la implantación de los mangos se debe, en primer lugar colocar el árbol sobre el hoyo, asegurándose que la tierra va a cubrir a los mismos hasta aproximadamente la misma altura a que estaban en vivero. Una vez asegurada la posición, se vierte la tierra, manteniendo el árbol en la misma posición hasta que quede totalmente cubierto. En esta operación es esencial asegurarse de que la variedad, sobre el cuello de la planta, no toque el suelo, si bien esto es poco probable ya que el tipo de injerto elegido se inserta a bastante altura sobre el suelo.

Cuando se haya vertido toda la tierra necesaria se deberá efectuar una operación llamada taconeo, que consiste en presionar la tierra que se ha vertido sobre el hoyo con los zapatos de un operario, esto se hace necesario porque durante el vertido de esta tierra suele producirse un esponjamiento de la misma, un proceso en que esta se vuelve se más porosa al adquirir más volumen de aire. Tras esto, se recomienda pegar un pequeño tirón hacia arriba de los árboles a fin de que sus raíces sean recolocadas.

Tras la implantación de los árboles un operario o grupo de operarios deberán ir regando con abundancia con una manguera en cada uno de los hoyos ya cubiertos por la tierra. Este riego de plantación se hace necesario porque, dado que el hoyo llevará abierto varios días cuando se efectúe la plantación, lo más probable es que haya perdido un elevado porcentaje de humedad, y hay que recalcar que es fundamental que el árbol disponga de agua en el suelo para que pueda desarrollarse y no se seque, más aún contando con el hecho de que los árboles en este estado son bastante vulnerables y que los inviernos en canarias son relativamente cálidos, por lo que no se pueden conservar por mucho tiempo fuera de vivero o del terreno.

Por otro lado, estas dosis de agua serán fundamentales para que el árbol pueda asentarse sobre el terreno y adaptarse al mismo de una forma más rápida.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Hay que tener en cuenta que una parte importante de estos árboles se van a encontrar en una ladera con una pendiente media del 10%. En este caso, una vez que se haya vertido la tierra se recomienda verter un porcentaje adicional más (previamente extraído de las proximidades al árbol) formando un pequeño montículo, de tal manera que el drenaje de los mismos sea mejorado.

La mejor época para llevar a cabo esta plantación es en los meses de finales de verano e inicio del otoño, de esta manera el árbol puede desarrollar su crecimiento radicular en el suelo durante el invierno, mientras las temperaturas bajas desincentivan un gran crecimiento vegetativo de este árbol (lo cual limitaría el crecimiento del mismo ya que el consumo de agua sería mucho mayor del que puede absorber) y a su vez, coincidiendo con el inicio de la época de lluvias.

2.2. Labores posteriores

Las plantas recibidas lo van a ser en forma de cepellón, con el injerto ya realizado. Esto va a influir en algunas de las labores inmediatamente posteriores en este cultivo.

En primer lugar, los condicionantes de viento del emplazamiento elegido indican que este no es un lugar excesivamente ventoso, por lo que la colocación de cortavientos no se estima necesaria. No obstante, la instalación de tutores sí va a ser necesaria fin de evitar que los árboles sufran caídas o deformaciones.



Figura 7 entutoramiento de árboles de mango recién plantados. Fuente: agricheap.com

Teniendo en cuenta que durante la dirección predominante del viento durante la mayoría de los meses del año es oeste-noroeste, el tutor deberá colocarse en la dirección

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

contraria respecto a este, es decir, deberá colocarse al sureste respecto del mango, de tal manera que se pueda contrarrestar el efecto del viento sobre el árbol.

Hay que recalcar que la colocación de tutores se hará poco después de haber efectuado la plantación, a ser posible el mismo día, y que la fecha de plantación ha huido de los meses más ventosos, en verano, en que el viento lleva una dirección noreste. Para el siguiente año ya no será necesario cambiar el tutor pues el sistema radicular habrá alcanzado un mayor desarrollo y será más resistente a los vientos.

La unión entre el tutor y el árbol (atadura) no debe ser rígida, si no flexible, ya que ambos permanecerán unidos por un tiempo considerable. En este caso, la unión elegida será de una sencilla de goma resistente a la vez que blanda. De esta manera a medida que el árbol vaya creciendo la atadura no limitará ni deformará la forma del tronco, impidiendo la correcta alimentación del árbol. De igual manera, con estas características seleccionadas, tampoco va a causar heridas sobre el tronco producidas por rozamientos con el mismo. Con todo esto, se debe recomendar revisar esta unión al menos una vez al año, de tal manera que se compruebe que sigue en buenas condiciones, y en caso contrario efectuar las reparaciones necesarias sobre la misma.

En lo que respecta a otros posibles elementos auxiliares como los protectores, no se recomienda su colocación ya que en la zona no se ha reportado la presencia de roedores que puedan dañar los troncos de los árboles y tampoco se va a colocar ningún tipo de acolchado plástico, tal y como se comentó en el diseño de la plantación, en el anejo III.

Como se ha comentado anteriormente, durante los primeros días en que la planta esté sobre este nuevo emplazamiento, se va a efectuar un riego en abundancia de las mismas. Dado que la época de plantación va a tener lugar con algo de anterioridad a la época de lluvias, las dosis que se espera emplear no serán tan excesivas, si bien, hay que recalcar que los depósitos e instalaciones necesarias para el abastecimiento y riego de agua deberán estar terminadas antes de la implantación de los mangos.

3. Instalación del sistema de riego

3.1. Introducción

La instalación del sistema de riego se efectuará en dos fases, en una primera, se efectuará la zanjado y colocación de todas las tuberías primarias, secundarias y terciarias, a la vez que se instalen los diversos elementos en el cabezal de riego.

Estas labores deben ser llevadas a cabo antes del establecimiento definitivo de las propias plantas en el terreno, ya que algunas conducciones van a pasar muy cerca del los árboles o incluso en las calles del cultivo de las mismas.

Adicionalmente, estas labores se deberán realizar después del subsolado, ya que esta labor podría perjudicar seriamente las posibles tuberías instaladas. Además, la des compactación del suelo producida en esta labor podrá favorecer e incluso acelerar la instalación del sistema de riego.

3.2. Instalación de las tuberías primarias, secundarias y terciarias

Como se ha comentado anteriormente en la introducción de este apartado, la instalación de estas tuberías debe hacerse antes de la plantación y después del subsolado. No es necesario que estas labores se efectúen en unas condiciones muy concretas, si, por ejemplo, el tiempo no es excesivamente lluvioso o existen temperaturas extremas, se podrá llevar a cabo fácilmente.

La realización de estas operaciones está principalmente marcada por la fecha en que se lleve a cabo la plantación.

Las labores mencionadas se llevarán a cabo principalmente mediante una zanjadora que abrirá el terreno, introducirá la tubería para posteriormente volver a enterrarlo. En el caso concreto del las tuberías secundarias y primarias, se necesitará que un grupo de operarios lleven a cabo la colocación de las tuberías, ya que este tipo de maquinaria no solo es capaz de introducir en el terreno tuberías rígidas.

Hay que tener en cuenta que una parte de estos trabajos será totalmente manual, debido a que las tuberías necesitan atravesar algunas paredes de los bancales. Estas labores serán tenidas en cuenta en su conjunto en el presupuesto y en el cronograma de ejecución.

Todo el sistema de válvulas de control de presión y de cierre de sectores serán también instalados conjuntamente con este conjunto de tuberías.

3.3. Instalación del cabezal de riego

El cabezal de riego se deberá instalar antes de la plantación de los árboles de mango sobre el terreno. Es recomendable que se instale conjuntamente con el enterrado de las tuberías primarias, ya que de esta manera se podrá disponer de los materiales adecuados en el momento (las tuberías), en el hipotético caso de que se hiciese antes o después, podría no existir tubería suficiente para este cometido.

No hay un orden concreto de instalación de los elementos, a la ejecución de este proyecto no le afecta una instalación de los filtros anteriores a la del equipo de bombeo.

Dado que la caseta de riego está ya construida y teniendo en cuenta que esta posee una instalación eléctrica ya construida, no va a ser necesario llevar a cabo ninguna actuación adicional. El promotor del proyecto, propietario de esta caseta de riego, tampoco ha notificado que el estado de la aparamenta eléctrica existente esté en mal estado.

3.4. Instalación de las tuberías portagotos

Las tuberías portagotos serán instaladas una vez la plantación se haya establecido. No va a ser necesariamente el mismo día de establecimiento de los árboles, si bien en otros lugares, con terrenos más llanos y uniformes sí se podría plantear.

La instalación de los mismos debe efectuarse de una forma manual debido a que con la plantación ya establecida, no se pueden meter maquinaria entre los árboles, que podrían dañarlos. En este caso un grupo de operarios iría desenrollando la goma conforme avanzan en sobre el suelo con un rollo que sería descargado desde un camión en la propia plantación.

Una vez se hayan instalado todas las gomas se debería realizar una prueba de presión para asegurarse de que el sistema instalado funciona correctamente y en caso de detectar fugas o errores de instalación corregirlos cuanto antes.



**Diseño y establecimiento de una plantación de
mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana
(La Palma)**

**DOCUMENTO I.
MEMORIA**

**ANEJO V: MANEJO DE LA
EXPLOTACIÓN**

Autor : Sergio Lozano Tórtola

Julio de 2022

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Poda	7
1.1. Poda de formación	7
1.1. Poda de fructificación.....	8
2. Riego	9
2.1. Premisas iniciales	9
2.2. Cálculo de las necesidades netas	10
2.3. Calendario y dosis de riego	22
3. Fertilización	33
3.1. Consideraciones generales.....	33
3.2. La necesidad de análisis foliares	34
3.3. Principales carencias en mango	36
3.4. Otras consideraciones	38
3.5. Dosis y calendario de fertilización.....	39
4. Manejo del suelo	52
5. Plagas, enfermedades, desórdenes fisiológicos y su control.....	54
5.1. Plagas.....	54
5.2. Enfermedades	59
5.3. Desórdenes fisiológicos.....	63
6. Recolección.....	66
6.1. Criterios de recolección.....	66
6.2. Modo de recolección.....	68
7. Bibliografía	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 árbol de mango joven recientemente podado. Fuente: ICIA.....	9
Figura 2 Comparación de diferentes Kc obtenidos en diferentes plantaciones de mango. Fuente: Durán Zuazo et al (2018).....	12
Figura 3 factor Ka de corrección por advección de la evapotranspiración. Fuente: Arviza, 1996	16
Figura 4 hojas de mango recogidas para ser analizadas en laboratorio. Fuente: Macrobiotic.jp	35
Figura 5 Sinergismos y antagonismos entre nutrientes del suelo. Fuente: Herogra.es .	37
Figura 6 Deficiencia de cinc en plantas de mango. Fuente: ICIA.....	38
Figura 7 distribución recomendada de la aplicación de nutriente para mango en canarias en época de formación. Fuente: Modesto Hernández (2020).....	41
Figura 8 distribución de la aplicación de nutrientes recomendada para árboles de mango en producción en canarias. Fuente: Modesto Hernández (2020).....	44
Figura 9 comparativa de producción de naranja en diferentes calibre. Fuente: Duarte, Amílcar.(2005)	53
Figura 10 Tipos de desbrozadoras: 1) trituradora, 2) de cadenas, 3) segadora. Fuente: IVIA.....	54
Figura 11 individuo adulto de Ceratitis capitata. Fuente: Alvesgaspar.....	55
Figura 12 daños de Ceratitis capitata sobre el fruto del mango. Fuente: Hermoso González, 2018	56
Figura 13 trampa Mc Phail para el control de mosca de la fruta. Fuente: La guía del agroexportador.....	57
Figura 14 hoja de mango afectada por la cochinilla de la nieve. Fuente: ICIA	57
Figura 15 ninfas de Aulacaspis tubercularis. Fuente: entopcastillo	58
Figura 16 daños de thrips en hojas de mango. Fuente: ICIA	59

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Figura 17 daños de oidio en hojas jóvenes de mango. Fuente: ICIA	60
Figura 18 Síntomas típicos de antracnosis causados por <i>Colletotrichum</i> spp., en mango. (A, B) Fruto momificado y fruto inmaduro. (C, D) Hojas maduras. (E, F) Panículas y flores. (G, H) Hojas jóvenes. Fuente: Barquero, Marcia et al (2013)	61
Figura 19 frutos de mango afectados por mancha negra. Fuente: red agrícola.....	63
Figura 20 Escala de daños de la descomposición del fruto en mango. Fuente: Galán Saúco, 2009	64
Figura 21 rama de mango afectada por el “mango decline”. Fuente: krishisandesh.com	65
Figura 22 comparativa de un fruto verde (izquierda) frente a uno más maduro (derecha). Fuente: Galán Saúco, 2009.....	67
Figura 23 recolección de mangos en Canarias. Fuente: periódico las provincias	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Tabla 1 Resumen de evapotranspiración del cultivo.....	13
Tabla 2 resumen de las necesidades netas de la variedad ‘Isis’	17
Tabla 3 Eficiencia de aplicación según textura y profundidad raíces. Fuente: Arviza (1996)	18
Tabla 4 Valores recomendados de coeficiente de uniformidad (CU). Fuente: Pizarro (1996)	19
Tabla 5 resumen necesidades brutas variedad ‘Isis’	20
Tabla 6 resumen de las necesidades netas de la variedad ‘Keitt’	21
Tabla 7 resumen de cálculo de necesidades brutas de la variedad ‘Keitt’	22
Tabla 8 porcentaje de agua a aplicar al mango respecto a un árbol adulto. Fuente: Adaptado de Modesto Hernández (2020).....	23
Tabla 9 necesidades brutas durante los años de formación en la variedad ‘Isis’	23

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Tabla 10 necesidades brutas de la variedad ‘Keitt’ durante su formación y producción..	24
Tabla 11 necesidades de nutrientes mango en gramos por árbol durante su crecimiento vegetativo. Fuente: Modesto Hernández (2020)	33
Tabla 12 necesidades de nutrientes de mango en gramos por árbol para una producción de 20 tn/ha. Fuente: Modesto Hernández (2020)	34
Tabla 13 recomendaciones de intervalo de concentraciones correctas en hojas de mango. Fuente: Modesto Hernández (2020)	36
Tabla 14 plan de fertilización para la variedad ‘Isis’ durante su periodo improductivo	40
Tabla 15 plan de fertilización para la variedad ‘Keitt’ durante su periodo improductivo	40
Tabla 16 necesidades de nutrientes para el mango. Fuentes: ICIA, INTAGRI	43
Tabla 17 aporte de nutrientes en agua de riego estimado para la variedad ‘Keitt’	47
Tabla 18 dosis y nombre de fertilizantes así como los meses de aplicación en la variedad ‘Keitt’	49
Tabla 19 aporte de nutrientes estimado en el riego para la variedad ‘Isis’	51
Tabla 20 distribución de la fertilización en la variedad ‘Isis’	52

1. Poda

1.1. Poda de formación

En el anejo 3, se comentó ya que el tipo de sistema de formación que se elegiría en esta plantación para los árboles de mango sería en vaso para el caso de ambas variedades. Esta decisión se justificó esencialmente en que suponía una inversión así como una menor dificultad en lo que respecta a su manejo.

La poda de formación elegida exige que el primer año que el árbol se reciba de vivero, se deje crecer hasta 80 cm en el caso de 'Isis' y 1 m en el caso de 'Keitt', que es menos vigorosa y tiene unas ramas pendulares, por lo que se requiere más altura de cruz. En este proceso, concretamente este primer año, es importante que el árbol se mantenga a un único tallo, eliminando todos los brotes que amenacen esta forma.

Tras este primer crecimiento, el árbol debe podarse unos 20 cm por debajo de la yema terminal, coincidiendo con un nudo, cuando el tronco ya haya lignificado, dado que se espera recibir los árboles en el mes de febrero o marzo, esta primera poda se deberá realizar a finales del verano, antes del inicio del otoño, siguiendo las indicaciones generales sobre este cultivo en canarias, a fin de que el riesgo de desarrollo de inflorescencias se reduzca. Durante este primer año, las posibilidades de que las inflorescencias se desarrollen son muy bajas si se siguen estas recomendaciones, pero a partir del segundo año, estas posibilidades aumentan considerablemente, por lo que se deberá contratar un grupo de operarios el segundo y tercer año a fin de que se puede efectuar un aclareo de las panículas, en caso de que fuese necesario.

Al siguiente año, las yemas superiores emitirán nuevos ramos, que, una vez lignificados, deberán eliminarse, conservando los tres o cuatro más resistentes, pinzando los mismos cerca de la yema apical en épocas similares a las anteriores podas (agosto o septiembre).

La poda de formación se considera finalizada al tercer año del establecimiento de este cultivo, se podría finalizar el segundo, con el consiguiente riesgo de que el árbol no esté lo suficientemente formado, y que la producción del mismo sea más baja los primeros años y el árbol sea más débil. Si el árbol entra en producción al cuarto año, lo hará con

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

una mayor producción y con menor riesgo de pérdida de frutos. Hay que recalcar que a nivel comercial, una producción de fruta muy baja en términos absolutos, podría no ser aceptada por los compradores. Este proceso de pinzamiento se debe repetir hasta que se haya alcanzado el tamaño definitivo del árbol.

1.1. Poda de fructificación

Este tipo de poda se empieza a realizar una vez el árbol ha entrado en producción, y su objetivo es asegurar que los rendimientos del mismo sean lo más altos posibles durante la vida de la plantación.

Esta actividad se debe efectuar una vez se haya finalizado la recolección. La intensidad de la misma dependerá del vigor del árbol (y en última instancia de la zona del cultivo). Con esta labor de cultivo, se busca una brotación rápida y abundante con el fin de tener brotes maduros antes de la inducción floral, de tal manera que las ramas puedan soportar mejor el peso de los frutos sin riesgo de partirse, para lo cual se debe cortar por debajo del nudo, favoreciendo así una ramificación más uniforme.

Aunque la poda de fructificación puede variar según el crecimiento y las necesidades de labores del mismo, es esencial en todos los escenarios eliminar las ramas bajas y evitar abrir en exceso la copa a fin de evitar quemaduras en las ramas. Esta poda también varía según el grado de desarrollo del árbol, se puede dividir:

-Poda durante el desarrollo: En las ramas en que se haya producido inflorescencia se debe suprimir la madera hasta unos cinco nudos por debajo de la yema terminal. Por otro lado, en caso de que el crecimiento de dicho año hubiese sido muy vigoroso, se deberían despuntar los brotes restantes que tengan un grosor igual o superior al de un lápiz.



Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Figura 1 árbol de mango joven recientemente podado. Fuente: ICIA

-Poda tras el desarrollo completo: Se deben podar todos los terminales de la parte superior tres yemas por debajo del primer nudo de la última floración. En caso de que esta rama fuese muy larga, se deberá podar desde más atrás. Las ramas ubicadas en zonas más bajas del árbol se deben podar por debajo del segundo o tercer nudo, y en caso de que fuesen más vigorosas desde más abajo.

En árboles con crecimiento poco vigoroso, como la variedad 'Keitt', podar solo aquellas ramas que hayan producido flor unos dos o tres nudos por debajo de la yema terminal.

Enlazando con lo dicho en el párrafo anterior, dada la coexistencia de dos variedades en el terreno elegido, sus respectivas podas van a ser diferentes. En el caso de la variedad 'Isis', de mayor vigor, durante su desarrollo completo solo se podarán todas las ramas, siendo más severa sobre las ramas más elevadas, mientras que en la variedad 'Keitt' se va a podar solo aquellas en que se hayan producido inflorescencias. En el caso de la poda durante su desarrollo también será muy similar a la aquí expresada.

Dado que ambas variedades tienen unos periodos de recogida distintos, lo ideal según las indicaciones sería que el periodo de poda de ambas variedades fuese también diferente. Pero dado que esto es poco práctico, se propone que la poda de ambas variedades se efectúe de una manera más simultánea. Concretamente, se va proponer que, una vez se haya finalizado la recolección de la variedad 'Keitt', más tardía, se comience, primero, con la poda de los frutales de la variedad 'Isis', los cuales ya habrán sido recogidos y el crecimiento vegetativo para estas fechas (noviembre o diciembre) de ambas variedades ya será más reducido, por lo que los efectos dañinos de la poda serán también algo menores. una vez se haya finalizado con la poda de esta variedad se procederá con la otra.

2. Riego

2.1. Premisas iniciales

Tal y como se comentó en el anejo 3, el sistema de riego elegido va a ser por goteo. El cálculo de las instalaciones necesarias para la elección de los diversos componentes así como sus características se expondrán más específicamente en el anejo VI.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

En el presente apartado se va a calcular las necesidades netas de riego del cultivo de mango en la presente parcela durante toda la vida de la plantación. Así, se darán las pautas de las dosis a aplicar cada año en función del grado de desarrollo del árbol dentro de su ciclo vital y según su momento fenológico.

Para la programación del riego se va emplear en la parcela varios grupos de sensores de humedad que permitan determinar el momento de aplicar el riego así como la cantidad de agua a adicionar en cada uno de ellos. Estos deberán ser previamente calibrados, siendo especialmente recomendable la instalación de tensiómetros o psicrómetros, los cuales deberán activar una orden de riego cuando la lectura descienda de 40 kpa.

La estrategia de riego será la de reposición del agua perdida durante el desarrollo vegetativo, no se contempla en principio el sometimiento del presente cultivo a estrés hídrico en este periodo ya que en el emplazamiento elegido el cupo de horas con temperaturas inferiores a 15°C se cumple sin problema para provocar la inducción floral de este frutal. Hipotéticamente, ante un año con invierno muy cálido y seco, podría omitirse el criterio de riego anteriormente mencionado aumentando el estrés sobre la planta.

En cualquier caso en este apartado se va a detallar la estrategia de riego y al final de este punto se adjuntará un calendario de riegos a modo orientativo de los años en que este cultivo esté en desarrollo y los años de desarrollo completo.

Dado que el agua, tal y como se comentó en el anejo II, es de bastante buena calidad para el riego, no es necesario efectuar ningún tipo de tratamiento sobre la misma, de tal manera que la única operación que va a influir sobre la misma es la fertilización.

En siguiente apartado se va a calcular las necesidades netas de riego para cada una de las variedades. Estas necesidades serán empleadas para el dimensionamiento del todo el sistema de riego, que se podrá apreciar más adelante en este documento.

2.2. Cálculo de las necesidades netas

La necesidad de calcular las máximas necesidades netas se ve justificada en que son las más importantes para el dimensionamiento de todos los elementos de riego. En lo que respecta a la aplicación de riego del resto de meses, la misma instalación será empleada.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Dado que en el presente proyecto se van a implantar dos variedades distintas, va a ser necesario calcular las necesidades netas de cada una de ellas a fin de averiguar, no sólo el consumo de agua de cada una, si no si ambas pueden ser regadas conjuntamente.

El parámetro que más relevancia tiene en este cálculo de dosis es la evapotranspiración de referencia (ET_0). Este valor, que se mostró anteriormente en el anejo II, puede ser medido directa o indirectamente por estaciones meteorológicas. Si se multiplica este valor por un coeficiente de ajuste o coeficiente de cultivo (abreviado como K_c) se obtendría la evapotranspiración del cultivo (ET_c), que es el valor del agua que teóricamente esta plantación emitiría a la atmósfera. Este valor K_c puede variar según el estado fenológico del cultivo.

En lo que respecta a este parámetro anteriormente mencionado, se plantean una serie de cuestiones a tener en cuenta a la hora de efectuar los correspondientes cálculos. La primera de ellas la obtención de este parámetro. Dado que en el caso de España no existe una guía de cultivo claramente definida para mango, tampoco existen unas recomendaciones definidas del coeficiente de cultivo a aplicar para el caso de Canarias.

Durán Zuazo et al, llevaron a cabo un estudio en 2018, desarrollado en Almuñécar (Granada) cerca de la costa tropical mediterránea. En él se calculó de forma experimental los valores de K_c de un cultivo de mango. Para ello se midió la cantidad de agua evaporada por la planta y se comparó con las mediciones de evapotranspiración de referencia medidos en la propia estación.

Los resultados de este estudio pueden apreciarse en la figura 2, anexa a continuación. En la misma, también se comparó estos resultados con los obtenidos en estudios de otros lugares como: Kisekka (Florida, EEUU), Mohammad et al. (Jizan, Arabia Saudí) Mattar (Egipto).

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

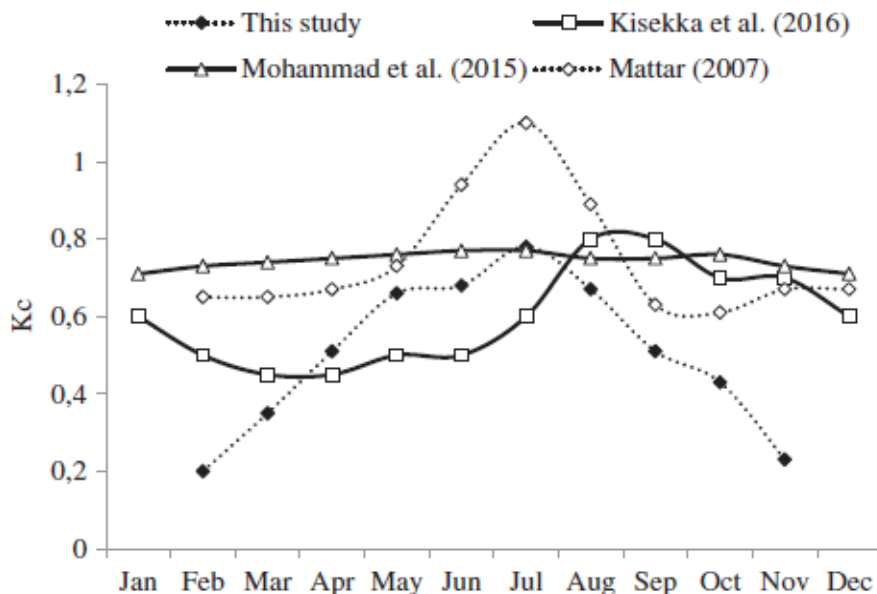


Figura 2 Comparación de diferentes Kc obtenidos en diferentes plantaciones de mango. Fuente: Durán Zuazo et al (2018)

Los otros lugares de estudio tienen unos climas más cálidos y con menores variaciones de temperatura a lo largo del año que los de la costa tropical española, de ahí las variaciones que se pueden apreciar en la línea de este estudio (“this study”, en el gráfico).

Dado que no existen estudios o fuentes fiables de estos cálculos en emplazamientos más cercanos a la isla de la palma, se va a proponer emplear el estudio de Durán Zuazo como referencia para la determinación del Kc en el sitio de la plantación. Es obvio que el Kc en este lugar deberá ser mayor en todas las épocas del año debido a que los árboles en este entorno van a mostrar una mayor actividad vegetativa a lo largo del año. A fin de facilitar los cálculos y de simplificar esta situación, se va a proponer emplear un diferente Kc para cada fase vegetativa y no para cada mes, ya que, entre otras cosas, las variaciones esperados en base el clima local de Puntallana deberían ser muy reducidas. En el citado estudio se estimó que la media del Kc en diversos estados fenológicos fue: 0,43 para floración, 0,67 cuajado, 0,63 engorde de frutos y 0,35 el resto del ciclo. Dado que, con las condiciones mencionadas anteriormente, estos coeficientes deben ajustarse, se propone emplear: (0,65) para floración, (0,70) para cuajado, (0,75) engorde de frutos y (0,55) para el resto del año. La segunda cuestión que se plantea es la ajustar dicho coeficiente a cada una de las variedades. Hay que tener en cuenta que las variedades que se van a plantar en el terreno del proyecto tienen unos ciclos de

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

maduración diferentes, y que, por tanto, las necesidades de riego van a variar en consonancia.

Por lo general, con los datos climáticos de la zona, se puede esperar que, en el caso de la variedad 'Isis', la floración tenga lugar durante el mes de marzo, el cuajado de frutos durante el mes de abril y el engorde de los mismos sucedería de mayo a septiembre. En la variedad 'Keitt' se espera que todas estas fases sucedan un mes más tarde. Así, la floración tenga lugar durante el mes de abril, el cuajado de frutos durante el mes de mayo y el engorde de los mismos sucedería de junio a octubre. Si bien, como se ha dicho, es de esperar que en determinados años, por variaciones climáticas, estas fechas sufran variaciones. A efectos de cálculo se va a suponer que la fenofase mencionada sucede en su totalidad en el mes mencionado anteriormente, de tal manera que se considera, por ejemplo, en el caso de 'Keitt' que el Kc del mes de mayo es 0,75 (todos los días de ese mes). Los valores que se obtendrían, en base a lo anteriormente comentado, de la ETc se mostrarán a continuación en la tabla 1.

Variedad 'Keitt'		EVAPOTRANSPIRACIÓN POR MES			Variedad 'Isis'	
ETc (mm)	Kc	ET ₀ (mm)	Mes	ET ₀ (mm)	Kc	ETc (mm)
28,52	0,55	51,85	Enero	51,85	0,55	28,52
33,85	0,55	61,54	Febrero	61,54	0,55	33,85
48,37	0,55	87,94	Marzo	87,94	0,65	57,16
66,70	0,65	102,61	Abril	102,61	0,70	71,83
80,09	0,70	114,42	Mayo	114,42	0,75	85,82
87,20	0,75	116,26	Junio	116,26	0,75	87,20
105,13	0,75	140,17	Julio	140,17	0,75	105,13
98,19	0,75	130,92	Agosto	130,92	0,75	98,19
69,92	0,75	93,22	Septiembre	93,22	0,75	69,92
58,54	0,75	78,05	Octubre	78,05	0,55	42,93
31,40	0,55	57,09	Noviembre	57,09	0,55	31,40
29,02	0,55	52,77	Diciembre	52,77	0,55	29,02

Tabla 1 Resumen de evapotranspiración del cultivo.

Los valores anteriormente mostrados se deben corregir en base a condicionantes del propio árbol (sombreado) y que los cultivos de terrenos adyacentes puedan tener sobre este cultivo. Con esto se podrá calcular más concretamente las necesidades de riego con el objetivo de conocer la cantidad de agua necesaria, necesaria para el dimensionamiento de la balsa y del sistema de riego.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Hay que tener en cuenta que los datos mostrados anteriormente son una media de los últimos años y que solo deben emplearse sólo como referencia ya que la cantidad de agua que puede demandar una plantación puede variar bastante de un año a otro, de ahí la necesidad de emplear sistemas de medida de humedad en el suelo como anteriormente se ha comentado.

Aunque con la evapotranspiración de cultivo (ETc) se podría ya calcular las dosis necesarias para los riegos, se va a optar por calcular la evapotranspiración real (ETr) del cultivo, que está corregido por diversos parámetros, así, nos encontramos que esta se calcula:

$$ETr = Ka * Kb * Kc * ETc$$

En que los factores Ka, Kb y Kc significan:

Ka: Coeficiente de corrección por sombreado

Kb: Coeficiente de mayoración por variación climática

Kc: Coeficiente de corrección por advección

Dado que el coeficiente Ka será distinto en ambas variedades, ya que tienen unos marcos y copas de diferentes tamaños, se va a efectuar el cálculo de las mismas por separado.

En primer lugar se va a detallar el cálculo de dosis necesario para la variedad 'Isis', posteriormente se hará lo propio con la otra variedad, 'Keitt', omitiendo en la medida de lo posible el desarrollo de los cálculos previamente realizados.

2.2.1. Cálculo de las necesidades de la variedad 'Isis'

Ka: Para este coeficiente se debe, en primer lugar calcular la fracción de área sombreada (FAS) que es la proyección de la copa sobre el marco de plantación. Para ello se presupone que la copa es redonda (en forma de círculo perfecto), por lo que para su área se calcula con el área del círculo, presuponiendo que el diámetro es el lado del cuadrado que forma su marco de plantación. En el caso concreto de la variedad 'Isis', el marco de plantación es 4X4 m, de tal manera que el diámetro de la copa es de 4 m igualmente.

Así, el FAS sería:

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

$$FAS = \frac{\pi(d/2)^2}{a * b}; FAS = \frac{\left(\frac{4}{2}\right)^2 * \pi}{4 * 4} = 0,785$$

Con el fas obtenido, se puede calcular ya el parámetro Ka (corrección por sombreado), para lo cual existen cuatro fórmulas diferentes. La obtención de Ka se realiza con la media de los valores intermedios obtenido de estas, descartando los dos valores extremos (el mayor y el menor). Las fórmulas necesarias para este cálculo, así como los resultados números de los mismos son:

$$\text{Keller: } Ka=0,75*FAS + 0,15; ka= 0,739$$

$$\text{Decroix: } Ka= FAS + 0,1; Ka= 0,885$$

$$\text{Hoare: } Ka= 0,5*FAS + 0,5; Ka= 0,893$$

$$\text{Alibury: } Ka= 1,34*FAS + 0,5; Ka= 1,052$$

De los valores obtenidos en las mencionadas fórmulas, se eliminarían los obtenidos en la primera (Keller) y la cuarta (Alibury) ya que son los más bajos y más altos respectivamente.

De esta manera se haría la media entre los dos valores intermedios, con lo que se obtendría de manera definitiva el valor de Ka.

$$Ka = \frac{0,885 + 0,893}{2} = 0,889$$

Con esto, quedaría que el valor de Ka para esta variedad será de 0,889.

El coeficiente Kb es un parámetro de mayoración por variación climática el cual se recomienda que esté comprendido entre 1,15 y 1,20 (Arviza, 1996). En el caso del emplazamiento elegido se va a tomar 1,15 para ambas variedades ya que las variaciones climáticas sucedidas a lo largo del año no son muy grandes así como tampoco lo son con el desvío que se produce sobre la media de estos.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

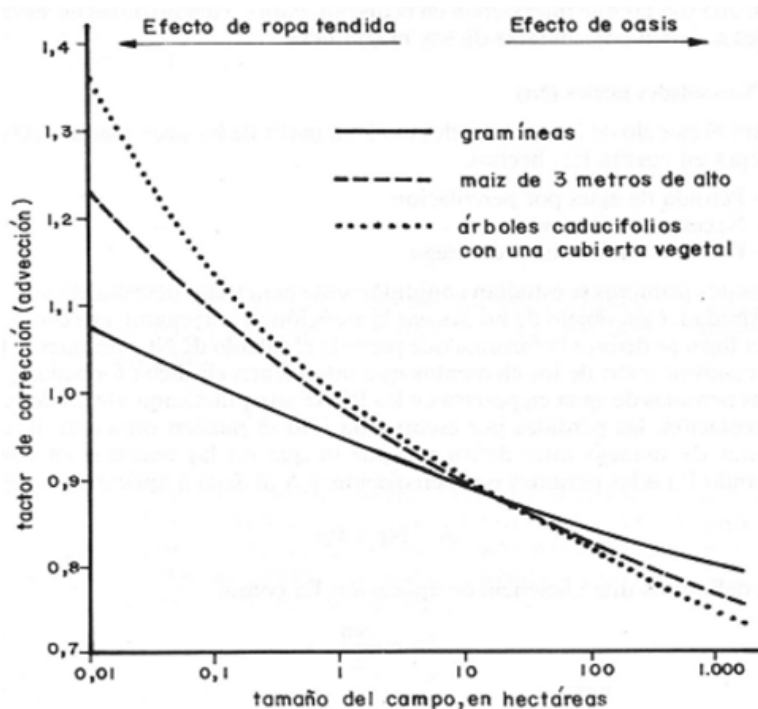


Figura 3 factor K_a de corrección por advección de la evapotranspiración. Fuente: Arviza, 1996

Por último, el coeficiente K_c se debe calcular gráficamente. Para ello se debe emplear la figura 3, que es de tipo semilogarítmica. En ella, conociendo el tamaño de la zona de cultivo, de 14 has, y que este está rodeado principalmente de plataneras, las cuales, al ser de tipo herbáceo, se pueden asemejar al “maíz de tres metros de alto”, con lo que se puede obtener que el valor aproximado de K_c es 0,88. Este valor es también válido para la variedad ‘Keitt’, ya que no depende del propio árbol.

En resumen, para la variedad ‘Isis’, los valores K_a , K_b y K_c serían 0,889; 1,15 y 0,88. Una vez calculados estos coeficientes, se va a proceder a calcular las necesidades netas (NN) de todos los meses. Para ello, a la evapotranspiración real del cultivo (ET_r) se le debe restar las precipitaciones efectivas (P_e). Recuérdese que la ET_r es el resultado de multiplicar la ET_c por todos los coeficientes, como se ha mostrado en párrafos anteriores. Con lo anterior comentado, los resultados de la ET_r se muestran a continuación en la tabla 2.

$$NN = ET_r - P_e$$

Necesidades netas variedad 'Isis'							
Mes	ETc (mm)	Ka	Kb	Kc	ETr (mm)	Prec efectiva (mm)	Necesidades netas (mm)
1	28,52	0,889	1,15	0,88	25,66	16,32	9,34
2	33,85	0,889	1,15	0,88	30,45	37,99	-7,54
3	57,16	0,889	1,15	0,88	51,43	16,34	35,09
4	71,83	0,889	1,15	0,88	64,62	15,4	49,22
5	85,82	0,889	1,15	0,88	77,21	0,32	76,89
6	87,20	0,889	1,15	0,88	78,45	4,24	74,21
7	105,13	0,889	1,15	0,88	94,58	0,45	94,13
8	98,19	0,889	1,15	0,88	88,34	1,7	86,64
9	69,92	0,889	1,15	0,88	62,90	7,4	55,50
10	42,93	0,889	1,15	0,88	38,62	36,55	2,07
11	31,40	0,889	1,15	0,88	28,25	35,07	-6,82
12	29,02	0,889	1,15	0,88	26,11	37,13	-11,02

Tabla 2 resumen de las necesidades netas de la variedad 'Isis'

Con los resultados obtenidos en la mencionada tabla, se debe primero localizar el mes de máximas necesidades, que es el mes de julio. Una vez escogido su valor (104,68 mm) se va a proceder a calcular las necesidades brutas (NB) a fin de poder determinar la cantidad de agua de riego que realmente hay que aplicar.

La obtención de las NB se realiza comparando entre dos alternativas, según la fracción de lavado o por la uniformidad de aplicación en el sector de riego. de estas dos alternativas la que proporcione un valor más desfavorable será la elegida para la determinación de las necesidades brutas.

A) Alternativa 1: Fracción de lavado

En este caso se debe calcular la fracción de lavado. La fórmula de este parámetro se puede apreciar a continuación.

$$FL = \frac{CEar}{2 * CEes}$$

Donde CEar es la conductividad eléctrica del agua de riego (en el caso de este proyecto 0,085 dS/m) y CEes es la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo a partir del cual el cultivo empieza a perder rendimiento. En el caso del mango, Durán Zuazo et al (2004) efectuaron un experimento en que el valor medio de umbral de

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

salinidad en el suelo de los años en que duró el experimento fue de 1,35 dS/m, valor que será empleado en esta fórmula. De esta manera, quedaría que la fracción de lavado es:

$$FL = \frac{0,085}{2 * 1,35} = 0,0315$$

Una vez obtenida la fracción de lavado (FL) se puede ya calcular las necesidades brutas, para ello se puede emplear la siguiente fórmula, donde NN son las necesidades netas.

$$NB = \frac{NN}{1 - FL}; NB = \frac{94,13}{1 - 0,0315} = 97,19 \text{ mm}$$

Se debe recalcar que estas necesidades brutas son totales del mes de julio. Es normal que este cálculo se efectúa de forma diaria (mm/día), pero en este caso no se va a considerar porque el criterio de riego no va a ser diario y se va a detallar más adelante.

B) Alternativa 2: Cálculo por eficiencia de distribución del agua.

La otra alternativa es teniendo en cuenta la eficiencia de aplicación del riego en la parcela o el sector de riego y el coeficiente de uniformidad de caudal de los emisores. El primer parámetro puede ser encontrado en la tabla 3, adjunta a continuación, se pueden apreciar los valores de la eficacia de aplicación según la textura del suelo y la profundidad de las raíces, que son los elementos que más influyen en la misma. Teniendo en cuenta que el suelo del lugar del proyecto es de textura franco arcillosa (se puede considerar dentro de una textura “fina”) y que las profundidades que el sistema radicular de los árboles de mango va a superar fácilmente los 80 cm, se va a considerar una eficacia de aplicación (EA) de 0,95.

CLIMAS ARIDOS				
Profundidad radicular (cm)	Textura			
	Gravosa	Gruesa	Media	Fina
< 75 cm	0.85	0.90	0.95	0.95
75 a 150	0.90	0.90	0.95	0.95
> 150	0.95	0.95	1.00 ¹	1.00

Tabla 3 Eficiencia de aplicación según textura y profundidad raíces. Fuente: Arviza (1996)

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Por otro lado, hay que tener también en cuenta el coeficiente de uniformidad de caudal entre los diferentes goteros. En la tabla 4, adjunta a continuación, se muestran valores recomendados de coeficiente de uniformidad (CU). En el caso de este entorno, se puede considerar un clima árido, ya que las precipitaciones son escasas. Dado que la pendiente va a ser muy superior al 2% (concretamente de un 10% de media), y que este cultivo va a ser permanente, se estima que un valor de CU adecuado será 0,85.

Emisores	Pendiente	CU clima árido	CU clima húmedo
Asociados a más de 4 m en cultivos permanentes	Uniforme ($i < 2\%$) Uniforme u ondulada ($i > 2\%$)	0,90-0,95 0,85-0,90	0,80-0,85 0,75-0,80
Espaciados a menos de 2,5 m en cultivos permanentes o semipermanentes	Uniforme ($i < 2\%$) Uniforme u ondulada ($i > 2\%$)	0,85-0,90 0,80-0,90	0,75-0,80 0,70-0,80
Mangueras o cintas de exudación en cultivos anuales	Uniforme ($i < 2\%$) Uniforme u ondulada ($i > 2\%$)	0,80-0,90 0,70-0,85	0,70-0,80 0,65-0,75

Tabla 4 Valores recomendados de coeficiente de uniformidad (CU). Fuente: Pizarro (1996)

Las variaciones de presión dentro de un mismo sector de riego y sus posibles correcciones serán tratadas posteriormente, en el anejo VI. Con lo anteriormente comentado, se puede ya calcular las necesidades brutas (NB).

Estas se relacionan con las necesidades netas mediante la siguiente fórmula, la cual se muestra también a continuación con los valores correspondientes sustituidos.

$$NB = \frac{NN}{CU * EA}; NB = \frac{94,13}{0,85 * 0,95} = 116,57 \text{ mm}$$

Como en el caso anterior, este valor de necesidades netas se corresponde con todo el mes de julio.

De las dos alternativas, se ha demostrado que la B ha resultado ser la más desfavorable. Esta alternativa no solo es la más desfavorable en el mes de Julio, si no en el resto del año. De tal manera que si se quiere calcular las necesidades brutas del resto de meses se necesitará hacerlo mediante este mismo método. De esta manera las necesidades brutas del resto de meses del año de la variedad 'Isis' se resumen en la tabla 5, adjunta tras este párrafo.

Necesidades brutas variedad 'Isis'				
Mes	Necesidades netas (mm)	Eficiencia aplicación	Coefficiente uniformidad	NB (mm)
Enero	9,34	0,95	0,85	11,56
Febrero	-7,54	0,95	0,85	-9,34
Marzo	35,09	0,95	0,85	43,45
Abril	49,22	0,95	0,85	60,95
Mayo	76,89	0,95	0,85	95,21
Junio	74,21	0,95	0,85	91,90
Julio	94,13	0,95	0,85	116,57
Agosto	86,64	0,95	0,85	107,29
Septiembre	55,50	0,95	0,85	68,73
Octubre	2,07	0,95	0,85	2,56
Noviembre	-6,82	0,95	0,85	-8,45
Diciembre	-11,02	0,95	0,85	-13,65

Tabla 5 resumen necesidades brutas variedad 'Isis'

Los mismos cálculos que se han efectuado para la determinación de necesidades de la variedad 'Isis' se van a emplear también en la obtención de NB en 'Keitt'. El desarrollo de los cálculos va a ser muy breve, ya que es exactamente el mismo procedimiento.

2.2.2. Cálculo de las necesidades de la variedad 'Keitt'

En el caso de la variedad 'Keitt', los valores Kb (mayoración por variación climática) y Kc (corrección por advección) se mantendrían iguales que en el caso de la variedad 'Isis' ya que estos factores no dependen del tamaño o crecimiento del árbol. De esta manera Kb es 1,15 y Kc es 0,88.

Para el cálculo de Ka se debe, en primer lugar, calcular la fracción de área sombreada (FAS), para luego con las fórmulas anteriormente mostradas, calcular Ka. En este caso, el marco de plantación es 2X3, con lo que se tomará 2 como el diámetro de copa (distancia entre árboles en una misma línea). De esta manera, la FAS sería:

$$FAS = \frac{\pi(d/2)^2}{a * b}; FAS = \frac{\left(\frac{2}{2}\right)^2 * \pi}{2 * 3} = 0,523$$

$$\text{Keller: } Ka=0,75 * FAS + 0,15; ka= 0,542$$

$$\text{Decroix: } Ka= FAS + 0,1; Ka= 0,623$$

$$\text{Hoare: } Ka= 0,5 * FAS + 0,5; Ka= 0,762$$

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

$$\text{Alibury: } K_a = 1,34 * \text{FAS} + 0,5; K_a = 1,2$$

Se descartan los valores obtenidos con las fórmulas de Alibury y Keller por ser respectivamente los más altos y bajos, haciéndose la media entre los valores restantes.

$$K_a = \frac{0,623 + 0,762}{2} = 0,693$$

En el caso de la variedad Keitt solo variaría el valor de Ka para el cálculo de la ETr. Usando los datos anteriormente obtenidos, se mostrará en la tabla 6, adjunta a continuación.

Necesidades netas variedad 'Keitt'							
Mes	ETc (mm)	Ka	Kb	Kc	Etr (mm)	Prec efectiva (mm)	Necesidades netas (mm)
1	28,52	0,693	1,15	0,88	20,00	16,32	3,68
2	33,85	0,693	1,15	0,88	23,74	37,99	-14,25
3	48,37	0,693	1,15	0,88	33,92	16,34	17,58
4	66,70	0,693	1,15	0,88	46,78	15,4	31,38
5	80,09	0,693	1,15	0,88	56,17	0,32	55,85
6	87,20	0,693	1,15	0,88	61,15	4,24	56,91
7	105,13	0,693	1,15	0,88	73,73	0,45	73,28
8	98,19	0,693	1,15	0,88	68,86	1,7	67,16
9	69,92	0,693	1,15	0,88	49,03	7,4	41,63
10	58,54	0,693	1,15	0,88	41,05	36,55	4,50
11	31,40	0,693	1,15	0,88	22,02	35,07	-13,05
12	29,02	0,693	1,15	0,88	20,35	37,13	-16,78

Tabla 6 resumen de las necesidades netas de la variedad 'Keitt'

Con las necesidades netas obtenidas solo faltaría calcular las necesidades brutas. Ya se ha visto, en el caso de la otra variedad, que es la uniformidad de aplicación de caudal de riego lo que resulta más limitante para que las plantas puedan recibir la cantidad de agua necesaria. En el caso de esta variedad va a ser igual, ya que el agua de riego va a ser la misma, la salinidad no aumenta ni disminuye y el umbral de sales en el suelo se va a suponer constante para ambas variedades a falta de más datos específicos para cada una.

Con todo esto, las necesidades brutas (NB) de la variedad 'Keitt' serán:

Necesidades brutas variedad 'Keitt'

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Mes	Necesidades netas (mm)	Eficiencia aplicación	Coefficiente uniformidad	NB (mm)
Enero	3,68	0,95	0,85	4,56
Febrero	-14,25	0,95	0,85	-17,65
Marzo	17,58	0,95	0,85	21,77
Abril	31,38	0,95	0,85	38,85
Mayo	55,85	0,95	0,85	69,17
Junio	56,91	0,95	0,85	70,48
Julio	73,28	0,95	0,85	90,75
Agosto	67,16	0,95	0,85	83,17
Septiembre	41,63	0,95	0,85	51,56
Octubre	4,50	0,95	0,85	5,58
Noviembre	-13,05	0,95	0,85	-16,16
Diciembre	-16,78	0,95	0,85	-20,77

Tabla 7 resumen de cálculo de necesidades brutas de la variedad 'Keitt'

Con la determinación de estas dosis se puede calcular, a continuación, la cantidad total de agua que se empleará para la plantación de este proyecto, a fin de, posteriormente, evaluar este proyecto financieramente. También se va a mostrar a continuación el calendario de riegos, que será posteriormente utilizado para determinar las capacidades de inyección de abonado.

2.3. Calendario y dosis de riego

A efectos de calcular la cantidad total de agua que va a consumir la plantación durante sus primeros años, y en definitiva, la energía necesaria para impulsarla.

En el apartado anterior ya se ha calculado las necesidades brutas que va a tener esta plantación, pero hay que tener en cuenta que estas necesidades están ajustadas a la etapa adulta del árbol. Durante las primeras etapas del desarrollo este frutal tiene un consumo menor de agua. Se considera que al árbol ha alcanzado sus máximas necesidades de riego a partir del cuarto año, en que la máxima producción se ha alcanzado, y se considera este valor por tiempo indefinido hasta el fin de vida de la plantación. En la tabla 8, anexa a continuación se va a mostrar el ajuste estimado respecto de la evapotranspiración de un árbol adulto.

Edad del árbol (años)	% agua a aplicar
1	20,9

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

2	46,3
3	78,5
≥4	100

Tabla 8 porcentaje de agua a aplicar al mango respecto a un árbol adulto. Fuente: Adaptado de Modesto Hernández (2020)

Los datos en la mencionada tabla muestran el porcentaje de evapotranspiración que un árbol en desarrollo tendrá en cada uno de sus años. En el caso del año 1, por ejemplo, el cultivo solo evapotranspirará un 20,9% del total que haría un cultivo adulto. Con los datos aquí prestados, se puede efectuar una estimación de las necesidades que tendrían cada una de las variedades durante los años de su formación. En el caso de la variedad Isis, las necesidades brutas se pueden apreciar en la tabla 9, adjunta a continuación. Las necesidades en los distintos años se han calculado teniendo en cuenta la eficacia de aplicación de riego y uniformidad de caudal de los goteros.

Necesidades brutas variedad 'Isis', formación							
Mes	Etr (mm) [árbol adulto]	Prec efectiva (mm)	Necesidades netas (mm)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4 y sucesivos
Enero	25,66	16,32	9,34	-13,57	-5,50	4,73	11,56
Febrero	30,45	37,99	-7,54	-39,16	-29,59	-17,44	-9,34
Marzo	51,43	16,34	35,09	-6,93	9,25	29,76	43,45
Abril	64,62	15,40	49,22	-2,35	17,98	43,75	60,95
Mayo	77,21	0,32	76,89	19,59	43,87	74,66	95,21
Junio	78,45	4,24	74,21	15,05	39,73	71,01	91,90
Julio	94,58	0,45	94,13	23,92	53,67	91,39	116,57
Agosto	88,34	1,70	86,64	20,76	48,55	83,77	107,29
Septiembre	62,90	7,40	55,50	7,12	26,90	51,98	68,73
Octubre	38,62	36,55	2,07	-35,27	-23,12	-7,72	2,56
Noviembre	28,25	35,07	-6,82	-36,12	-27,23	-15,97	-8,45
Diciembre	26,11	37,13	-11,02	-39,22	-31,01	-20,60	-13,65
TOTAL ANUAL		-	-	-86,18	123,50	389,32	566,80

Tabla 9 necesidades brutas durante los años de formación en la variedad 'Isis'

De igual manera, estas mismas necesidades van a ser calculadas en la variedad 'Keitt'. Aunque el desarrollo final de esta va a ser menor que la otra variedad, la norma expresada en la anteriormente mostrada, tabla 8 también se cumpliría. Téngase en cuenta que las correcciones por sombreo también se incluyen en la mencionada fuente.

Necesidades netas variedad 'Keitt', formación							
Mes	Etr (mm) [árbol adulto]	Prec efectiva (mm)	Necesidades netas (mm)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4 y sucesivos
Enero	20,00	16,32	3,68	-15,03	-8,74	-0,77	4,56
Febrero	23,74	37,99	-14,25	-40,90	-33,44	-23,97	-17,65
Marzo	33,92	16,34	17,58	-11,46	-0,79	12,74	21,77
Abril	46,78	15,40	31,38	-6,96	7,75	26,40	38,85
Mayo	56,17	0,32	55,85	14,14	31,81	54,21	69,17
Junio	61,15	4,24	56,91	10,58	29,81	54,20	70,48
Julio	73,73	0,45	73,28	18,53	41,72	71,12	90,75
Agosto	68,86	1,70	67,16	15,72	37,38	64,84	83,17
Septiembre	49,03	7,40	41,63	3,53	18,95	38,50	51,56
Octubre	41,05	36,55	4,50	-34,64	-21,72	-5,35	5,58
Noviembre	22,02	35,07	-13,05	-37,73	-30,80	-22,02	-16,16
Diciembre	20,35	37,13	-16,78	-40,71	-34,31	-26,19	-20,77
REAL ANUAL		-	-	62,5	167	322	300

Tabla 10 necesidades brutas de la variedad 'Keitt' durante su formación y producción.

En la tabla que precede este párrafo también se han tenido en cuenta las correcciones de la eficiencia de aplicación y la uniformidad del caudal de los emisores.

Las estrategias de riego no van a ser, obviamente las mismas durante la fase de desarrollo que en la de producción. En la primera, se va a intentar, siempre que se pueda, mantener el suelo a capacidad de campo, reponiendo cada pocos días el agua que este suelo ha perdido. Esto es de vital importancia, debido a que se recomienda que, durante la fase de formación, no interesa que el árbol sufra estrés hídrico, que podría limitar su desarrollo. De esta manera, en los meses en que las evapotranspiración superase a la precipitación deberá efectuarse aplicación de agua.

Así, en la variedad 'Keitt' será necesario hacer un aporte de 62,5 mm el año 1, 145,7 mm el año 2 y de 322 mm el tercer año.

En la variedad 'Isis' el aporte el primer año será de 86,45 mm, el segundo año de 216,8 mm, y el tercer año de 446,3 mm.

Durante la época de producción, la estrategia de riego va a ser diferente. Se regará hasta capacidad de campo el suelo durante los meses previos al cuajado de los frutos. En el momento en que se inicie el cuajado, y hasta la recolección, la reserva de agua en el

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

suelo se mantendrá como mucho hasta la mitad de la capacidad de campo, a fin de que la calidad de los frutos no se deteriore.

Como recordatorio del anejo 2, la capacidad de campo de este suelo se estimó en un 39,5%, y el punto de marchitez permanente en un 24,4% (ambos volumétrico), lo que resulta en una cantidad de agua utilizable del 15%. Teniendo en cuenta que el horizonte de raíces va a ser, al menos de 80 cm, se estima que la cantidad de agua que la planta puede emplear, en términos absolutos es de 120 mm. Con lo dicho en el párrafo anterior, durante la época de desarrollo vegetativo se va a regar una vez que el déficit hídrico del suelo llegue a 20 mm, hasta capacidad de campo. Durante el periodo de cuajado y formación se va regar cuando el déficit del suelo sea 90 mm, hasta que este llegue a 60 mm (mitad de la capacidad de campo). Esos criterios anteriormente mostrados van a ser aplicados para ambas variedades. Durante el periodo de postcosecha se dará un único riego una vez se haya finalizado la recolección hasta capacidad de campo.

2.3.1. Calendario de riego de la variedad 'Keitt'

Para efectuar este calendario se va a partir de la base que las reservas de agua el día 1 de enero se hallan a capacidad de campo. Con los datos previamente obtenidos de las necesidades netas de 'Keitt' (tabla 6), y teniendo en cuenta que se considera periodo vegetativo hasta el mes de abril (entero), con el consiguiente criterio asociado, se procede a calcular el calendario de riegos a continuación.

Durante el mes de enero, las necesidades netas son de 3,68 mm, que queda muy lejos de los 20 mm de déficit marcado en esta fase. En el mes de febrero la precipitación supera con creces al agua perdida en el mes anterior, por lo que a finales de este mes el suelo estará a capacidad de campo.

En el mes de marzo las necesidades netas son de 17,58 mm. Conociendo que el déficit permitido es de 20 mm, se concluye que en el mes de marzo no será necesario regar. Al final del día 31 de marzo, el déficit es de 17,58.

El mes de abril tiene unas necesidades netas de 31,38 mm, lo que equivale a una variación de reserva (**VR**) de 1,05 mm/día:

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

$$VR = \frac{38,85 \text{ (mm)}}{30 \text{ (días)}} = 1,05 \text{ mm/día}$$

De los 17,58 mm de déficit hasta llegar a 20 mm hay una diferencia de 2,42 mm, el primer día de riego será:

$$\text{Días} = \frac{2,42 \text{ (mm)}}{1,05 \text{ (mm/día)}} = 2,31 \text{ días (2 aprox.)}$$

Es decir, que el día 2 de abril se regaría. Para calcular el resto de riegos en el mes de abril se procede a calcular el intervalo entre riegos (IER), en que la reserva fácilmente utilizable [RFU] (el máximo déficit de 20 mm permitido en esta etapa) se divide entre la variación de reserva diaria.

$$IER = \frac{20 \text{ (mm)}}{1,3 \text{ (mm/día)}} = 15,38 \text{ días (aprox a 15)}$$

El siguiente día de riego en el mes de abril sería el día 17, que a su vez sería el último.

El déficit que se acumularía desde el 17 al 30 de abril sería de: $14 * 1,05 = 14,7$ mm.

En el mes de mayo este criterio de riego cambia, y ahora, el déficit máximo permitido es de 90 mm, el cual se repone hasta 60 mm. en otras palabras la RFU es de 30 mm.

En el mes de mayo, las necesidades brutas de 55,85 mm, que sumados a los 14,7 mm, suman 70,55 mm de déficit al final de este mes, por lo que, con el criterio aplicado, este mes no será necesario regar.

En el mes de junio las necesidades netas son de 56,9 mm, lo que, teniendo en cuenta sus 30 días supone una variación de reserva de 1,90 mm/día.

Desde los 70,55 hasta los 90 mm de déficit hay 19,45 mm de diferencia, los cuales, teniendo en cuenta la variación de reserva diaria, se agotarán en:

$$\text{Días} = \frac{19,45 \text{ (mm)}}{1,90 \text{ (mm/día)}} = 10,24 \text{ días (aprox a 10)}$$

Con esto, se regaría en día 10 de junio. Calculando a continuación el intervalo entre riegos (recuérdese que la RFU es de 30 mm a partir de ahora)

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

$$IER = \frac{30 \text{ (mm)}}{1,90 \text{ (mm/día)}} = 15,79 \text{ días (aprox a 16)}$$

Con este cálculo se concluye que será necesario regar el día 26 del mes de junio. Del 26 de junio al 30 de junio transcurren 5 días completos, lo que se traduce en un déficit acumulado de: $1,90 \times 5 = 9,5$ mm.

En el mes de julio, que es el de máximas necesidades, las necesidades netas totales son de 73,28 mm, lo que equivale a 2,36 mm/día. El déficit acumulado en los últimos días del mes anterior era de 9,5mm, lo que significa que todavía hay 20,5 mm de RFU disponible en el mes de julio. Esta RFU se agotará en:

$$\text{Días} = \frac{20,5 \text{ (mm)}}{2,36 \text{ (mm/día)}} = 8,68 \text{ días (aprox a 9)}$$

Con lo que el primer riego será el 9 de julio. Para saber el resto de riegos este mes, se calcula el intervalo entre riegos:

$$IER = \frac{30 \text{ (mm)}}{2,36 \text{ (mm/día)}} = 12,71 \text{ días (aprox a 13)}$$

Con lo que el día 22 de julio se regaría. Hasta el día 31 transcurren 10 días completos, con lo que el déficit acumulado sería 23,6 mm. con lo que este mes finalizaría con una RFU de 6,4 mm.

En el mes de agosto las necesidades netas son de 67,16 mm, lo que equivale a 2,16 mm/día de variación de reserva. Con el esto, el agotamiento de la reserva útil y el primer riego sucederán:

$$\text{Días} = \frac{6,4 \text{ (mm)}}{2,16 \text{ (mm/día)}} = 2,96 \text{ días (aprox a 3)}$$

Con lo que el día 3 de agosto se volvería a regar. El intervalo entre riegos de este mes será:

$$IER = \frac{30 \text{ (mm)}}{2,16 \text{ (mm/día)}} = 13,89 \text{ días (aprox a 14)}$$

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Así, el siguiente riego tendrá lugar el 17 de agosto así como otro más el día 31. El déficit acumulado este día (se supone que se riega a primera hora de la mañana) será de 2,16 mm, lo que dejaría que el mes de septiembre la RFU será de: $30 - 2,16 = 27,84$ mm.

El mes de septiembre tiene unas necesidades netas de 41,63 mm, lo que equivale a 1,38 mm/día. El primer riego en el mes de septiembre sucederá:

$$\text{Días} = \frac{27,84 \text{ (mm)}}{1,38 \text{ (mm/día)}} = 20,17 \text{ días (aprox a 20)}$$

El primer riego del mes de septiembre tendrá lugar el día 20 de septiembre. Hasta que este acabe, el déficit teórico acumulado será de: $11 * 1,38 = 15,18$ mm. En el mes de octubre las necesidades netas esperadas son de 4,50 mm, lo cual sumaría un déficit de 19,68 mm, siendo insuficiente para regar. La campaña de fruta termina en la variedad 'Keitt' a finales de octubre, con lo que ya no sería, teóricamente, necesario regar, dado que las lluvias de noviembre y diciembre no son suficientes para volver a llevar las reservas del suelo, se va a hacer necesario efectuar al menos un riego hasta llegar a la capacidad de campo.

El mes de octubre va a finalizar con una humedad absoluta de 70,32 mm, en los meses de noviembre y diciembre la reserva del suelo se incrementaría en 13,05 mm y 16,78 mm respectivamente, dejando esta reserva el día 31 de diciembre (teóricamente) en 100,15 mm. Para que el árbol pueda prosperar en postcosecha, se va a proponer que entre los días 5-10 de noviembre se efectúe un riego de 20 mm, de tal manera que no se vea limitado su crecimiento durante los meses de invierno e inicio de la primavera a la vez que asegurar que se pueda aportar una dosis de fertilizante mediante el riego en estas fechas.

A modo de resumen, las fechas teóricas de riego en la variedad 'Keitt', así como las dosis (netas) aproximadas de las mismas serán:

-Abril: 2, 17 (20 mm por riego)

-Mayo: No se riega

-Junio: 10, 26 (30 mm por riego)

-Julio: 9, 22 (30 mm por riego)

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

-Agosto: 3, 17, 31 (30 mm por riego)

-Septiembre: 20 (30 mm por riego)

-Octubre: No se riega

-Noviembre: recomendado regar entre los días 5 y 10 (20 mm recomendado)

Los cálculos de las necesidades de la variedad 'Isis' se van a detallar a continuación, siguiendo el mismo criterio e intentando resumir lo mínimo posible el procedimiento.

2.3.2. Calendario de riego de la variedad 'Isis'

Las necesidades netas de la variedad 'Isis' se pueden consultar en la tabla 2, mostrada en apartados anteriores. Las necesidades brutas se mostrarán en el apartado fertilización, teniendo en cuentas las ineficiencias de distribución del sistema de riego.

En el caso de la variedad 'Isis', los criterios van a ser los mismos, pero en esta, el ciclo fenológico está más adelantado. Al igual que en la variedad anterior se parte de la base que el día 1 de enero la reserva del suelo está a capacidad de campo.

Hasta el mes de marzo el déficit en el suelo no deberá descender de 20 mm. En el mes de enero las necesidades netas son de 9,34 mm, y en el mes de febrero se espera que la reserva del suelo se incremente en 7,54 mm, esto nos deja que al final de este mes el déficit en el suelo es de 1,8 mm.

En el mes de marzo las necesidades netas son de 35,1 mm, lo que equivale a 1,13 mm/día. La RFU a consumir en los primeros días de este mes es: $20 - 1,8 = 18,2$ mm, los cuales se consumirían en:

$$\text{Días} = \frac{18,2 \text{ (mm)}}{1,13 \text{ (mm/día)}} = 16,11 \text{ días (aprox a 16)}$$

Con lo que el primer riego será el 16 de marzo. Con esto calculado, se deduce que ya no habrá más riegos el mes de marzo. En el mes de abril, ya con los frutos de este cultivar en cuajado, el criterio cambiará, de tal manera que la humedad en este suelo va a variar entre 90 y 60 mm (el máximo déficit acumulable es de 60 mm desde capacidad de campo)

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

El déficit acumulado desde el 16 de marzo al día 31 de este mes será: $16 \times 1,13$ (mm/día) = 16,95 mm.

El mes de abril tiene unas necesidades netas de 49,22 mm (1,64 mm/día), lo que sumado a las 16,95 mm de déficit acumulado del mes de marzo resulta en 66,17 mm. Es decir, que en el mes de abril sí será necesario regar. En este caso, se sabe que en el último momento del día 30, el déficit en el suelo es de 66,17 mm, 6,17 mm más de lo deseado, para saber el día en que dicho umbral se sobrepasa se propone:

$$\text{Días} = \frac{6,17 \text{ (mm)}}{1,64 \text{ (mm/día)}} = 3,76 \text{ días (aprox a 4)}$$

En este caso el suelo se regaría hasta 90 mm el día 27 de abril, y la RFU nueva será de 30 mm. Con este nuevo criterio, el déficit que se obtendrá a finales de este mes será $1,64 \times 4 = 6,56$ mm, lo que supone una RFU de 23,44 mm.

En el mes de mayo las necesidades netas son 76,9 mm, lo que equivale a 2,48 mm/día. Así, el primer riego de este mes será:

$$\text{Días} = \frac{23,44 \text{ mm}}{2,48 \text{ (mm/día)}} = 9,6 \text{ días (aprox a 10)}$$

Con esto, se regaría el día 10. El resto de días se obtendrá con el intervalo entre riegos.

$$\text{IER} = \frac{30 \text{ (mm)}}{2,48 \text{ (mm/día)}} = 12,09 \text{ días (aprox a 12)}$$

Con lo que en el mes de mayo el segundo y último riego tendrá lugar el día 22. Desde este día hasta el último transcurren 12 días completos suponiendo que se riega a primera hora. De tal manera que al final de este mes el déficit será de: $12 \times 2,48 = 29,76$ mm.

Con este resultado se deduce que el día 1 de junio se regaría. Las necesidades netas de este mes son de 74,21 mm (2,47 mm/día). En este caso, dado que el primer día se ha regado, se puede efectuar directamente el cálculo por el IER.

$$\text{IER} = \frac{30 \text{ (mm)}}{2,47 \text{ (mm/día)}} = 12,14 \text{ días (aprox a 12)}$$

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Con lo que el resto de días de riego serán el 13 y 25 de junio. El déficit desde este último riego hasta el final del mes será de: $2,47 \text{ (mm/día)} * 6 = 14,82 \text{ mm}$.

En el mes de julio las necesidades netas son de 94,13 mm, equivalentes a 3,04 mm. La RFU se inicia con 15,18 mm, la cual será agotada en:

$$\text{Días} = \frac{15,18 \text{ mm}}{3,04 \text{ (mm/día)}} = 4,99 \text{ días (aprox a 5)}$$

Con lo que se regaría el día 5 de julio. El resto de riegos se calcula por intervalo de riegos.

$$\text{IER} = \frac{30 \text{ (mm)}}{3,04 \text{ (mm/día)}} = 9,87 \text{ días (aprox a 10)}$$

Con lo que se regaría los días: 15 y 25. El déficit acumulado desde el 25 hasta el 31 (ambos inclusive) es de: $6 * 3,04 = 18,24 \text{ mm}$, en otras palabras, en agosto la RFU se inicia con 11,76 mm.

En el mes de agosto las necesidades netas son de 86,64 mm (2,79 mm). Los días que transcurren hasta el agotamiento de la RFU son:

$$\text{Días} = \frac{11,76 \text{ mm}}{2,79 \text{ (mm/día)}} = 4,21 \text{ días (aprox a 4)}$$

El primer riego del mes de agosto tendrá lugar el día 4. El resto de riegos:

$$\text{IER} = \frac{30 \text{ (mm)}}{2,79 \text{ (mm/día)}} = 10,75 \text{ días (aprox a 11)}$$

El resto de riegos en agosto serán: 15 y 26. Desde este último al día 31 transcurren 6 días completos, con una correspondiente merma de 16,74 mm. En otras palabras, la RFU al inicio de septiembre será de : 13,26 mm.

En el mes de septiembre las necesidades netas son de 55,50 mm, lo que equivale a 1,85 mm/día. El tiempo en que se agotará la RFU será:

$$\text{Días} = \frac{13,26 \text{ mm}}{1,85 \text{ (mm/día)}} = 7,17 \text{ días (aprox a 7)}$$

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

El primer riego en este mes va a ser el día 7. El resto se calcularán mediante IER

$$IER = \frac{30 \text{ (mm)}}{1,85 \text{ (mm/día)}} = 16,22 \text{ días (aprox a 16)}$$

Con esto, el resto de riegos de este mes tendrán lugar los días: 23.

Desde este día hasta el 30 transcurren 7 días completos, lo que se traduce en una variación de reserva de: $1,85 * 7 = 12,95$ mm. En otras palabras la RFU es de 17,05 mm.

En el conjunto del mes de octubre, ya habiéndose finalizado la recogida de fruta, se puede plantear efectuar un riego para aumentar el suelo cerca de la capacidad de campo, de tal manera que se favorezca el desarrollo vegetativo, como en el caso anterior.

El día 1 de octubre se inicia con una humedad absoluta de 77,05 mm. Hasta los 120 mm de la capacidad de campo se necesitan 42,95 mm. En los meses de noviembre y diciembre conjuntamente la reserva se incrementaría en 17,85 mm, con lo que se debería dar un riego de 25,1 mm a lo largo del mes de octubre a fin de conseguir que la campaña del siguiente año se inicie con capacidad de campo. Se sugiere dar este riego a mediados del mes de octubre, de tal manera que se pueda, no solo incrementar la reserva de agua en el suelo, si no que además se pueda incorporar fertilizante en el riego para favorecer el crecimiento vegetativo en postcosecha.

A modo de resumen, se va a mostrar a continuación todas las fechas de riego de cada mes así como las dosis netas estimadas que se van a aplicar.

Marzo: 16 (20 mm por riego)

Abril: 27 (30 mm por riego)

Mayo: 10, 22 (30 mm por riego)

Junio: 1, 13, 25 (30 mm por riego)

Julio: 5, 15, 25 (30 mm por riego)

Agosto: 4, 15, 26 (30 mm por riego)

Septiembre: 7, 23 (30 mm por riego)

Octubre: aproximadamente el día 15 con una dosis de 25,1 mm.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Las dosis brutas (teniendo en cuentas las posibles ineficiencias por la aplicación del agua) se van a mostrar más detalladamente en el apartado de fertilización, en que también se discutirán las dosis de fertilizante a aplicar conjuntamente con el riego.

Tal y como se puede apreciar, los calendarios de riego de ambas variedades no se solapan, lo que provocará que las balsas que se diseñen o amplíen en el actual emplazamiento sean menores.

Los datos y calendarios aquí mostrados solo van a servir de guía teórica para determinar las dosis y momentos de aplicación de fertilizante y diseño de las balsas, pero el clima tiene un comportamiento bastante azaroso y puede ser necesario que estas dosis sean modificadas a pesar de consideraciones realizadas. Es de vital importancia que en el proyecto se incluyan sensores de humedad en cada uno de los sectores de riego a fin de poder determinar con más exactitud las dosis de riego a aplicar.

3. Fertilización

3.1. Consideraciones generales

Dado que el mango es un cultivo sobre el que, en el caso español no se ha desarrollado una guía de cultivo propiamente dicha, la información que existe es todavía de casos muy específicos y no tan generales, por lo que las dosis pueden variar bastante según los emplazamientos en que este cultivo se asiente. Modesto Hernández (2020) hizo las siguientes recomendaciones sobre los macronutrientes en mango, que se pueden apreciar a continuación, en las tablas 11 para los árboles jóvenes, sin producción de fruta y en la 12, para aquellos con producción de fruta con unos rendimientos estimados de 20 Tm/ha.

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
N	MENSUAL	6	10	10	14	15	18	20	18	14	10	10	5	150
	SEMANAL	1,4	2,3	2,3	3,2	3,5	4,2	4,6	4,2	3,2	2,3	2,3	1,2	150
P ₂ O ₅	MENSUAL		3	4	4	5	6	6	6	6	4	3	3	50
	SEMANAL		0,7	0,9	0,9	1,2	1,4	1,4	1,4	1,4	0,9	0,7		50
K ₂ O	MENSUAL		6	7	9	9	10	10	10	9	6	4		80
	SEMANAL		1,4	1,6	2,1	2,1	2,3	2,3	2,3	2,1	1,4	0,9		80

Tabla 11 necesidades de nutrientes mango en gramos por árbol durante su crecimiento vegetativo.

Fuente: Modesto Hernández (2020)

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
N	MENSUAL	10	5								20	15	10	60
	SEMANTAL	2,3	1,2								4,6	3,5	2,3	60
P ₂ O ₅	MENSUAL		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		30
	SEMANTAL		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7		30
K ₂ O	MENSUAL	10	10	15	18	22	22	22	21	20	15	15	10	200
	SEMANTAL	2,3	2,3	3,5	4,2	5,1	5,1	5,1	4,8	4,6	3,5	3,5	2,3	200

Tabla 12 necesidades de nutrientes de mango en gramos por árbol para una producción de 20 tn/ha.
Fuente: Modesto Hernández (2020)

Las recomendaciones dadas en las tablas precedentes pueden ser empleadas para determinar el calendario de fertilización de esta explotación. Además de ello, hay que tener en cuenta que, por un lado, existen dos variedades en esta plantación, a lo que hay que sumarle que estas dosis de fertilizante no van a ser constantes en los diversos estados de desarrollo del árbol.

Durante el transcurso de la campaña se va a hacer necesario efectuar, al menos un análisis foliar a fin de determinar si existen carencias de los nutrientes principales que este árbol necesita.

Teniendo en cuenta que los niveles de potasio y magnesio en el suelo del emplazamiento son muy altos, la fertilización de estos se va a ver muy restringida a fin de ahorrar costes. En el caso concreto del potasio se iniciará su fertilización a partir del año 4, coincidiendo con la entrada en producción. Esta decisión se justifica en el elevado contenido en magnesio que este suelo posee, que puede actuar de antagonismo (ver figura 5) con el potasio, reduciendo su disponibilidad. Es esencial asegurar que durante el cuajado, el mango disponga de la mayor cantidad de potasio posible ya que este fruto es especialmente exigente en este nutriente. En el caso del magnesio, no se contempla efectuar ningún tipo de fertilización durante la vida de esta plantación ya que se busca que su contenido sea el menor posible en este suelo pues, como se acaba de comentar, puede ser un inconveniente para el desarrollo correcto de este proyecto. No obstante, hay que recalcar que el consumo de magnesio de este cultivo no es muy elevado.

3.2. La necesidad de análisis foliares

Como a día de hoy existe cierta incertidumbre respecto las necesidades nutritivas del cultivo del mango, se va a hacer necesario efectuar un análisis foliar en ambas variedades a fin de conocer si existen carencias de algún nutriente.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Para este muestreo se deben elegir hojas con una edad de 6 a 7 meses y que provengan de una zona de brotes no fructíferos. En el caso de árboles adultos, se recomienda elegir de 20 a 30 hojas en árboles representativos distribuidos a lo largo de la parcela. En el caso de árboles jóvenes (sin producción), basta con elegir de 7 a 9 hojas.

No se debe elegir hojas procedentes de ramas enfermas o que no sean representativas, refiriéndose más concretamente a aquellas que estén en un estado fenológico distinto al de la mayoría de la copa.



Figura 4 hojas de mango recogidas para ser analizadas en laboratorio. Fuente: Macrobiotic.jp

Hay que tener en cuenta que el contenido de los diversos nutrientes puede variar a lo largo de la campaña, por lo que se hace necesario elegir un momento concreto en que hacer la toma de muestras. En el caso de canarias y otras regiones subtropicales, el mes de mayo se presenta como el más indicado para efectuar este muestreo ya que es cuando se inicia el cuajado de frutos, y por tanto, es el momento más crítico para el rendimiento.

En la tabla 13, adjunta tras este párrafo, se puede apreciar los contenidos medios recomendados de los nutrientes más importantes para el mango que se deberían de obtener en un análisis foliar de hojas de mango. Se proporcionan los resultados medios recomendados tanto en Sudáfrica como en Australia. En el caso de España en general y canarias y particular, no existe ninguna recomendación específica, por lo que se va a proponer emplear el valor medio de ambos intervalos como referencia para este proyecto.

Elemento	Australia	Sudáfrica	Media
Nitrógeno (%)	0,8-1,2	1,25-1,40	1-1,3
Fósforo (%)	0,08-0,18	0,09-0,11	0,085-0,145
Potasio (%)	0,3-1,2	0,8-1,0	0,055-1,1
Calcio (%)	1,5-2,8	2,0-2,8	1,75-2,8
Magnesio (%)	0,2-0,4	0,2-0,35	0,2-0,38
Azufre (%)	0,1-0,23	-	0,1-0,23
Hierro (ppm)	30-120	70-100	50-110
Manganeso (ppm)	60-500	60-200	60-350
Zinc (ppm)	20-150	20-100	20-125
Cobre (ppm)	10-20	10-20	10-20
Boro (ppm)	50-200	30-100	40-150

Tabla 13 recomendaciones de intervalo de concentraciones correctas en hojas de mango. Fuente: Modesto Hernández (2020)

También hay que tener en cuenta que estos valores también deben ser tomados con cautela ya que entre las diferentes variedades y zonas climáticas pueden existir variación que pueden llegar a ser importantes. Asimismo, se debe asegurar que, en caso de obtener valores extremos asegurarse que los árboles empleados para la toma de muestras como la posible existencia de enfermedades radiculares que impidan una correcta absorción de los nutrientes, posibles obturaciones en el sistema de riego o problemas de encharcamiento en la zona concreta de la plantación frutal.

Por otro lado, es muy importante atender a los síntomas que las propias plantas por la carencia de alguno de sus principales nutrientes. En caso de que estas se presenten se deberá aumentar la dosis de fertilización, en el caso de ser macronutrientes mediante el riego, o en el caso de micronutrientes también mediante abonado foliar.

3.3. Principales carencias en mango

Hay que tener en cuenta que el suelo del emplazamiento de este proyecto destaca por una parte, por tener un pH ligeramente alcalino, y por otra, por su elevado contenido en magnesio. La combinación de estos dos factores puede limitar la disponibilidad de

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

algunos cationes en el suelo como el potasio así como de algunos micronutrientes, lo que vuelve a remarcar la necesidad de análisis foliares.

ANTAGONISMOS		SINERGIAS	
POTASIO	→ BORO	NITROGENO	→ MANGANESO
MAGNESIO	→ POTASIO	MAGNESIO	→ FOSFORO
MOLIBDENO	→ COBRE	MOLIBDENO	→ NITROGENO
COBRE	→ MANGANESO HIERRO	POTASIO	MANGANESO HIERRO
FOSFORO	→ ZINC POTASIO COBRE CALCIO HIERRO	AZUFRE	→ NITROGENO MANGANESO MAGNESIO
ZINC	→ HIERRO	FOSFORO	→ MOLIBDENO
BORO	→ POTASIO		
HIERRO	→ FOSFORO		
AZUFRE	→ POTASIO COBRE BORO		
CALCIO	→ POTASIO MAGNESIO MANGANESO ZINC BORO		



Figura 5 Sinergismos y antagonismos entre nutrientes del suelo. Fuente: Herogra.es

Además de esto, resulta especialmente importante prestar atención a los síntomas de carencias que los árboles puedan presentar. Estas deficiencias pueden resolverse con aplicaciones al suelo o foliares. Las principales carencias que se registran en este tipo de suelos son las de cinc (Zn) y hierro (Fe).

-Carencias de cinc: Los síntomas asociados a la escasez de este nutrientes son generalmente hojas que tienden a encorvarse hacia dentro formando una roseta, la existencia de entrenudos más cortos y un bajo porcentaje de cuajado. Si esta se detecta se recomienda la aplicación foliar de sulfato de cinc en disolución 1% p/p. este es un tratamiento relativamente barato.



Figura 6 Deficiencia de cinc en plantas de mango. Fuente: ICIA

-Carencias de hierro: El síntoma más destacable es el color de sus hojas, que se torna amarillento, los entrenudos son más cortos y si la deficiencia es muy severa, las hojas se vuelven blanquecinas y se queman. Estas pueden resolverse con la aplicación de quelatos de hierro al suelo o al riego, una opción que resulta bastante cara. En el caso canario, Galán Saúco (2009) recomendó que la mejor opción era la aplicación de un abonado de fondo rico en hierro, con los análisis de este suelo, se considera que no debería causar problemas severos de carencias del mismo, si bien se vigilará de cerca los síntomas que se puedan producir, ya que hay que tener en cuenta que una vez se han detectado las carencias de este elemento en un árbol de mango, puede llevarle hasta 2 años recuperarse completamente de la misma. Otras carencias también habituales pueden ser las de boro o manganeso. En el caso de este primero, se suele solventar con la aplicación foliar de ácido bórico al 0,2 o 0,3% de concentración. Esta debería efectuarse poco antes de la floración, ya que de esta manera se favorecerá activamente la aparición de flores hermafroditas. Las carencias de manganeso es mejor solventarlas mediante su aplicación por el sistema de riego.

3.4. Otras consideraciones

Si la planta (o el suelo) tiene un elevado contenido en nitrógeno, unido a un bajo contenido en calcio está demostradamente relacionado con la descomposición interna del mango. Las deficiencias de magnesio, hierro o la aparición de ambas a la vez son responsables de un desorden fisiológico denominado “mango decline”.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Un exceso de fertilización nitrogenada provoca un decaimiento en la calidad del fruto en general y de la aparición de daños en las lenticelas en postcosecha en particular. Por este motivo es esencial prestar atención a la fertilización nitrogenada. En el caso del suelo del lugar de estudio, que es de tipo franco arcilloso con un importante contenido en materia orgánica, no se debe aplicar mucha cantidad de nitrógeno amoniacal, que queda fuertemente retenido en los coloides del suelo. Asimismo, la fertilización nitrogenada es mejor aplicarla antes del cuajado de los frutos y después de su recolección a fin de evitar los desórdenes anteriormente mencionados.

3.5. Dosis y calendario de fertilización

Hasta ahora se ha expuesto una guía general para la fertilización. En el presente punto se va a detallar las cantidades de fertilizante necesario y sus fechas de aplicación a fin de mostrar cual sería el programa de fertilización de este cultivo. Recuérdese que solo se efectuará una fertilización de fondo al establecer el cultivo, mientras que el resto se hará preferentemente con el agua de riego, lo cual va a condicionar la aplicación de estos fertilizantes mientras se aplique el riego.

3.5.1. Fertilización de fondo y años improductivos

Como se comentó en el anejo de condicionantes, la fertilidad de este suelo en lo que respecta a los macronutrientes es adecuada, por lo que no existe ninguna necesidad especial de aplicar ninguno de ellos en la fertilización de fondo si así se deseara. No obstante, antes del establecimiento de la plantación se va a aplicar sobre el suelo superfosfato (fosfato de calcio) en una dosis de 350 kg/ha en los terrenos dedicados a ambas variedades después del pase del subsolador.

En la tabla 11 (punto 3.1) se muestran las necesidades de abonado del mango mientras este se encuentra en fase de desarrollo. La fuente original, Modesto Hernández (2020), menciona que las dosis ahí mostradas son del año 3 de cultivo (en el caso de elegir que los árboles empezasen a producir el año 5).

En el caso concreto del proyecto que se quiere aquí plantear, y guiándose con la recomendación de otros autores como Galán Saúco (2009), se van a usar las necesidades descritas en la tabla 11 como referencia ajustadas a este proyecto. Hay que tener en cuenta que en el emplazamiento elegido se van a ubicar dos variedades diferentes: 'Isis' y 'Keitt'. El vigor que ambas variedades desarrollan no es el mismo, siendo esta

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

segunda menos vigorosa que la primera. De igual manera, se debe tener en cuenta que las necesidades de nutrientes mostradas en la tabla 11, se expresaban para cada árbol, y que en el presente proyecto los marcos de plantación de ambas variedades varían bastante, quedando así que, con un marco de plantación de 4x4 m, cada hectárea de cultivar 'Isis' posee un total de 625 árboles, mientras que la variedad 'Keitt', con un marco de plantación de 3x2 m, permite la introducción de hasta 1667 árboles. De esta manera, cada hectárea de 'Keitt' tiene aproximadamente 2,67 veces más individuos que la otra variedad. Con este condicionante, y teniendo en cuenta su escaso vigor, se partirá de la base que las necesidades de abonado de esta variedad, por individuo son 3 veces menores que cada individuo de la variedad 'Isis'.

De esta forma, y con los datos de la tabla 11 como referencia, los árboles de la variedad 'Isis' recibirán durante el primer y segundo año en un 40 y 70% respectivamente de las cantidades ahí mostradas. Al mismo tiempo se aplicará el coeficiente 1/3 para el cálculo de las necesidades para 'Keitt'. Con todo lo dicho en los párrafos anteriores, y teniendo en cuenta la densidad de árboles por hectárea de cada variedad. Las necesidades de abonado quedarían:

VARIEDDAD 'ISIS' kg/ha (periodo de formación)			
Año	Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)
1	37,5	12,5	20
2	65,625	21,875	35
3	93,75	31,25	50

Tabla 14 plan de fertilización para la variedad 'Isis' durante su periodo improductivo

VARIEDDAD 'KEITT' kg/ha (periodo de formación)			
Año	Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)
1	33,34	11,11	17,78
2	58,35	19,45	31,12
3	83,35	27,78	44,45

Tabla 15 plan de fertilización para la variedad 'Keitt' durante su periodo improductivo

Durante el periodo improductivo no se contempla aplicar fertilización de micronutrientes, haciéndose esta a demanda, en caso de que el árbol la necesitare (mostrase algún signo de deficiencia). Será durante el periodo productivo en que esta se efectuará con más precisión.

En el caso del primer año, tal y como se comentó anteriormente, se va a aplicar todo el fósforo en el momento de implantar los árboles. Así, un operario irá vertiendo este

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

fertilizante en forma granulada. En los hoyos del cultivar 'Isis' se aportaría, por ejemplo 45 gramos de fosfato de amonio, mientras que en el de la variedad 'Keitt' serían 15. A fin de que esta dosis se pueda saber con mayor certeza, se sugeriría emplear un dosificador que midiese el volumen de abono empleado.

El resto de la fertilización el primer año se aplicaría directamente mediante el riego, así como los siguientes años (incluyendo ya con el árbol en producción). Mientras el árbol esté en formación la aplicación de nutrientes deberá ser bastante constante a lo largo del año, siguiendo así el patrón que se muestra en la figura 7, anexa a continuación.

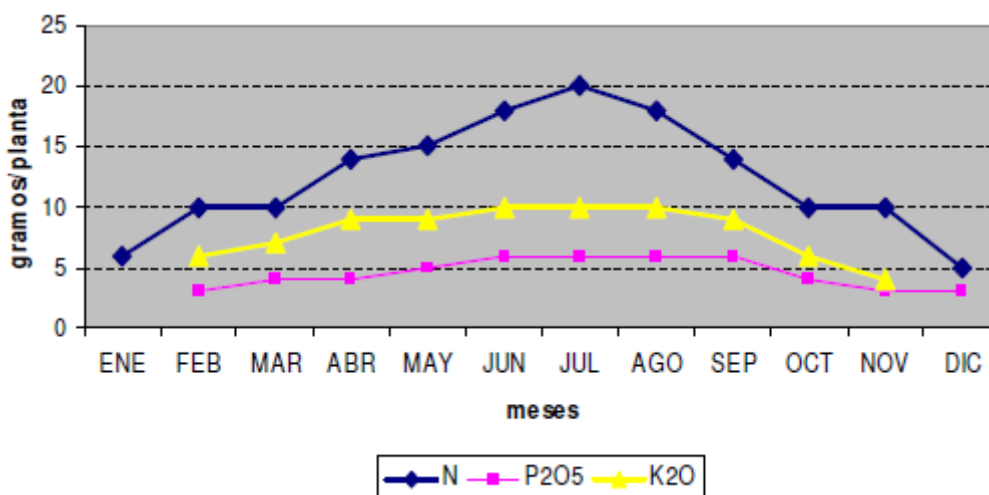


Figura 7 distribución recomendada de la aplicación de nutriente para mango en canarias en época de formación. Fuente: Modesto Hernández (2020)

Con lo aquí mostrado, se puede explicar que la dosis de fertilizante es directamente proporcional a la actividad metabólica del árbol. El nitrógeno es especialmente relevante en esta fase ya estimula activamente el desarrollo vegetativo de la planta, que es de vital importancia a lo largo de estos tres primeros años.

Como es de esperar, los abonos empleados serán altamente solubles y preparados para ser utilizados en un sistema de inyección de fertilizantes. A continuación se va a mostrar las dosis de fertilizante que se van a emplear junto con sus riquezas en cada uno de los nutrientes para los tres primeros años y para cada una de las variedades. Recuérdese que en este programa de fertilización se va a omitir el abonado potásico debido a que este se encuentra en una muy alta concentración en el suelo, tal y como se mostró en los análisis, discutidos en el anejo II. Además de esto, cabe destacar que en el caso de la fertilización de estos tres primeros años, en que solo se hace aporte de nitrógeno y

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

fosforo, los cuales no están presentes en el agua de riego, no se hace necesario efectuar ningún tipo de resta a las necesidades anteriormente mostradas.

Las necesidades de fertilizante en la variedad 'Isis' serían:

- Año 1: 27,2 kg fosfato di amónico (18% N; 46% P₂O₅) y 93,2 kg nitrato amónico (35% N)
- Año 2: 47,5 kg fosfato di amónico (18% N; 46% P₂O₅) y 160 kg nitrato amónico (35% N)
- Año 3: 68 kg fosfato di amónico (18% N; 46% P₂O₅) y 230 kg nitrato amónico (35% N)

Las necesidades de abonado de la variedad 'Keitt', por otro lado, serían:

- Año 1: 24,25 kg fosfato di amónico (18% N; 46% P₂O₅) y 83 kg nitrato amónico (35% N)
- Año 2: 42,3 kg fosfato di amónico (18% N; 46% P₂O₅) y 145 kg nitrato amónico (35% N)
- Año 3: 60,4 kg fosfato di amónico (18% N; 46% P₂O₅) y 207 kg nitrato amónico (35% N)

3.5.2. Fertilización en los años de producción

A partir del cuarto año, el plan de fertilización va a variar bastante debido a que a partir de esta etapa, el árbol entrará en producción. Durante el periodo de formación del árbol se omitió las necesidades de potasio debido a que este se encuentra en una muy alta concentración en el suelo, pero este criterio se va omitir desde ahora en adelante, ya que, como se ha comentado repetidas veces, este suelo posee un muy elevado contenido de magnesio, que es antagónico del potasio, y dado que el potasio es altamente demandado por las plantaciones comerciales de mango en producción, no resulta interesante arriesgar a que dicho elemento se encuentre en un deficiente estado durante la fase productiva. Por otro lado, y unido con lo anterior, las necesidades de magnesio que esta planta posee, que no son demasiado elevadas durante su etapa comercial, se van a omitir totalmente del plan de abonado. Esto es así debido a que resulta muy atractiva la opción de que el contenido de magnesio en este suelo descienda lo máximo posible, a fin de que en el futuro su presencia resulte menos dañina.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Por otro lado, durante esta etapa, también se va a efectuar un abonado con micronutrientes, ya que los mismos son esenciales para el desarrollo de este frutal y la obtención de una correcta producción. Si bien hay que recalcar que todos los años se efectuará mínimo un análisis foliar para cada una de las variedades, de tal manera que, en caso de detectar una carencia, esta sea solventada lo antes posible a fin de que la producción no se vea perjudicada, usando para ello técnicas de abonado foliar.

EXTRACCIÓN DEL CULTIVO DE MANGO EN CANARIAS (por cada tonelada de fruta producida)			
MACRONUTRIENTES kg/tn		MICRONUTRIENTES gr/tn	
Nitrógeno (N)	1,875	Hierro (Fe)	2,5
Fósforo (P ₂ O ₅)	0,938	Manganeso (Mn)	0,66
Potasio (K ₂ O)	9,37	Cinc (Zn)	0,11
Calcio (CaO)	2,02	Boro (B)	0,77
Magnesio (MgO)	0,45		

Tabla 16 necesidades de nutrientes para el mango. Fuentes: ICIA, INTAGRI

En la tabla 16, que se podrá apreciar precediendo a este párrafo se muestran las necesidades medias de nutrientes. En la mencionada tabla, dichas necesidades se muestran en base a cada tonelada de fruta producida.

En el caso de los árboles en producción, la distribución de la aplicación de los nutrientes es diferente a la de los árboles en formación. En la figura 8, adjunta a continuación, se puede apreciar la distribución de la aplicación de nutrientes ideal que los árboles de mango en canarias deberían tener.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

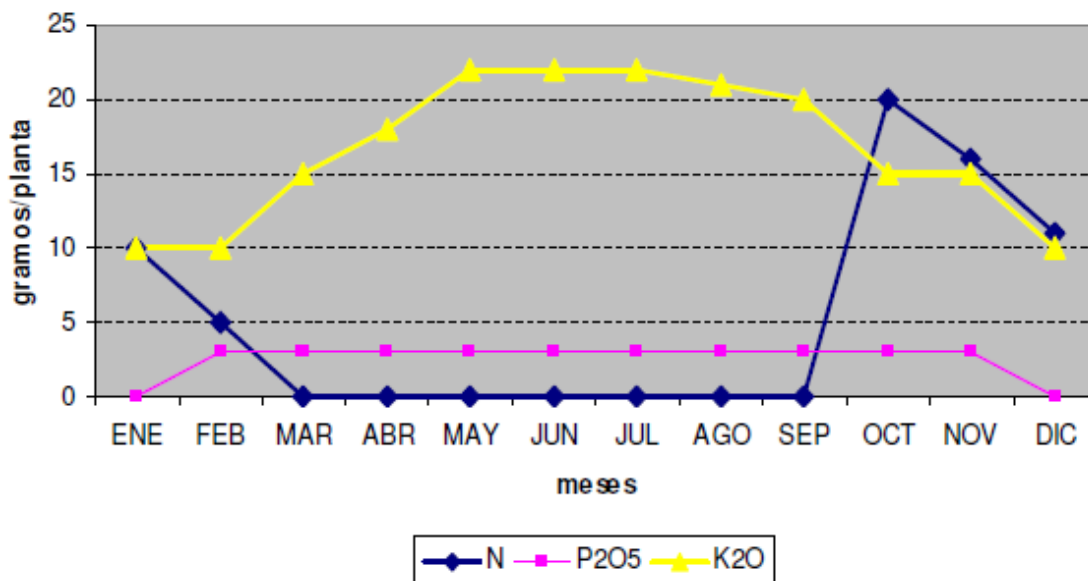


Figura 8 distribución de la aplicación de nutrientes recomendada para árboles de mango en producción en canarias. Fuente: Modesto Hernández (2020)

La distribución de la aplicación de fertilizantes mostrada se relaciona con lo explicado en anteriores puntos. El nitrógeno debería aportarse en las épocas en que no haya cuajado de fruto, siendo recomendable aplicar la mayoría una vez haya finalizado la cosecha. Recuérdese que un exceso de nitrógeno durante el cuajado puede suponer un perjuicio muy grande a la calidad de los frutos.

La fertilización de potasio debe ser mayor en las épocas de engorde de frutos, que demandan especialmente este nutriente. En el caso de este suelo, con alto contenido en este nutriente, se puede flexibilizar más fácilmente la fecha de aplicación, pero se intentará que se ajuste lo máximo posible a la mencionada gráfica.

La fertilización fosfórica no requiere de una indicación muy específica, se recomienda que se aplique de una manera más uniforme a lo largo de la campaña, pero, en este caso también se permite cierta flexibilidad al no existir carencias de este nutriente en el suelo y tampoco problemas a su disponibilidad.

En lo que respecta a la fertilización de micronutrientes, si bien su cantidad será menor, van a actuar como limitantes a la hora de efectuar el calendario de fertilización, pues la presencia de algunos de ellos en momentos concretos del ciclo es esencial, como se va a recalcar a continuación.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

En el caso del cinc y el hierro, la aplicación de los mismos debe ser lo más uniforme posible a lo largo del ciclo. En estos casos también se permitiría cierta flexibilidad, pero es aconsejable aplicar estas dosis en momentos muy distantes ya que podrían ocasionar deficiencias y limitar la producción de fruta.

La aplicación de boro y manganeso se debe efectuar preferiblemente antes de la floración ya que la combinación de ambos favorece activamente la presencia de flores hermafroditas y su posterior cuajado.

En el caso del calcio, el cual no se halla en altas concentraciones en este suelo, y por lo tanto, su fertilización no puede ser omitida, ha de aplicarse durante el cuajado, iniciando las primeras aplicaciones poco antes de que este suceda.

El selenio es un nutriente que este cultivo demanda en muy poca cantidad, en muchos casos ni siquiera se hace un plan de fertilización del mismo. En el caso concreto de este proyecto, contando con que las necesidades son muy bajas y que el agua de riego ya posee cierta cantidad de dicho nutriente, no se va a incluir este nutriente. Lo mismo sucedería con el sodio, el cual el mango también demanda en cierta cantidad, pero al ser esta insignificante y al tener el suelo y agua de riego una pequeña concentración de este, tampoco se va a proponer su aplicación.

3.5.2. Calendario y dosis de fertilización en la variedad 'Keitt'

Partiendo del supuesto que esta variedad va a tener su máxima producción desde el año 4, se va a suponer la fertilización que le correspondería a la producción esperada en esta variedad, que tal y como se comentó en el anejo 3 es de 16 toneladas por hectárea.

En base a esto, las necesidades nutricionales desde el año 4 en adelante sería: 30 kg N/ha, 15,1 kg P₂O₅/ha, 150 kg K₂O/ha, 32,32 kg CaO/ha, 40 gr Fe/ha, 10,55 gr Mn/ha, 17,6 gr Zn/ha, 12,3 gr B/ha.

Antes de determinar las dosis de fertilizantes necesarios, se debe recalcar que en el agua de riego también hay disueltos algunos cationes que pueden complementar esta fertilización, de tal manera que menos fertilizante será necesario aportar. La relación empírica, adjunta a continuación, muestra la relación entre volumen de agua aplicado (total) y la concentración de un determinado nutriente en la misma, a fin de conocer el aporte del mismo al cultivo. La fórmula es:

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

$$A_{nut} = \frac{[Nut] * P_{nut} * V_{tr} * F}{10^5}$$

En esta fórmula, los distintos parámetros son:

- A_{nut} : aportes de nutrientes con el agua de riego (kg/Ha).
- $[Nut]$: concentración del nutriente en el agua de riego (mg/L).
- P_{nut} : proporción del elemento en el agua de riego en función al elemento expresado en forma de abono en porcentaje (K^+ a $K_2O = 241\%$). Este factor se calcula dividiendo la masa molar del elemento expresado (por ejemplo CaO) entre la masa molar del catión/anión.
- V_{tr} = Volumen total de agua aplicado (m^3/ha)
- F = factor dependiente del sistema de riego dónde se recogen las pérdidas de agua, en este caso se van a emplear las necesidades netas, por lo que este factor va a ser 1 (ya se tienen en cuenta las ineficiencias).

Con el calendario de riegos anteriormente mostrado, se sabe que la cantidad total de agua a aplicar va a ser de $3000 m^3/ha$. en primer lugar se va a calcular el aporte del calcio, para ello se recuerda, del anejo 2, que la concentración del mismo en el agua de riego es de 2,3 ppm (referido al catión de calcio, Ca^{2+}). El factor P_{nut} en el caso del calcio es de 140%. Dado que se va a emplear las necesidades netas para el cálculo de este aporte, es decir, la cantidad real de agua que va a tomar la planta del suelo, el factor F no se va a tener en cuenta. Con esto, el aporte de calcio en el agua de riego será:

$$A_{nut} \left(\frac{kg}{ha} \right) = \frac{2,3 (ppm) * 140(\%) * 3000m^3}{10^5} = 9,66 \frac{kg CaO}{ha}$$

Con esto, se obtiene que cada campaña se aportan 9,66 kg de CaO por hectárea, y por tanto, no es necesario aplicarlos mediante abonado. Repitiendo este cálculo con otros cationes, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

APORTE DE NUTRIENTES VARIEDAD 'KEITT'

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Catión/ Nutriente	Concentración (ppm)	Pnut (%)	Vol (m ³ /ha)	Aporte total (kg/ha)
Ca ²⁺ /CaO	2,3	140	3000	9,66
K ⁺ /K ₂ O	3	241	3000	21,69
Zn ²⁺ /Zn	0,041	100	3000	0,123

Tabla 17 aporte de nutrientes en agua de riego estimado para la variedad 'Keitt'

De esta manera, teniendo en cuenta este aporte de nutrientes efectuado por el agua de riego, las nuevas necesidades de nutrientes (restando a las cantidades extraídas por el cultivo) para la mencionada variedad serían:

30 kg N/ha, 15,1 kg P₂O₅/ha, 128,3 kg K₂O/ha, 22.66 kg CaO/ha, 40 gr Fe/ha, 10,55 gr Mn/ha, 12,3 gr B/ha. En este caso, las necesidades de cinc quedarían totalmente cubiertas por el agua de riego. De los otros micronutrientes se sabe que existen pequeñas concentraciones, pero se desconoce su cantidad y por tanto no serán tenidas en cuenta para este programa de fertilización.

Para determinar las dosis de los fertilizantes a emplear se debe dividir la cantidad de nutriente entre la pureza de ese nutriente en un determinado fertilizante. Por ejemplo, para cubrir las necesidades de nitrógeno y calcio se va a emplear nitrato de calcio [NC] soluble (34% CaO y 17% N) y nitrato de amonio [NA] (35% N). En primer lugar se haría el ajuste del calcio:

$$\frac{22,66 \frac{\text{kg CaO}}{\text{ha}}}{0,34 \frac{\text{kg CaO}}{\text{kg NC}}} = 66,65 \text{ kg NC por ha}$$

Esos 66,65 de Nitrato de calcio aportado incorporan también una cierta cantidad de nitrógeno:

$$66,65 \frac{\text{kg NC}}{\text{ha}} * 0,17 \frac{\text{kg N}}{\text{kg NC}} = 11,33 \text{ kg N}$$

Teniendo en cuenta que se aportan 11,33 kilos de nitrógeno por hectárea y que las necesidades nutricionales ascienden a 30 kg/ha de nitrógeno, se necesita todavía hacer un aporte de 18,67 kg N/ha. Los cuales serán aportados mediante nitrato amónico. Los cálculos se harían exactamente igual que antes:

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

$$\frac{18,67 \frac{kg N}{ha}}{0,35 \frac{kg N}{kg NA}} = 53,34 kg NA por ha$$

De esta manera, aportando 53,34 y 66,5 kg/ha de nitrato amónico y nitrato de calcio respectivamente quedarían cubiertas las necesidades del calcio y el nitrógeno de la variedad 'Keitt'. Este mismo cálculo se repetiría en el caso del resto de nutrientes, con lo que las necesidades de fertilizante de esta variedad quedarían:

-66,5 kg/ha Nitrato de calcio (34% CaO y 17% N)

-53,34 kg/ha Nitrato de amonio (35% N)

-45,1 kg/ha Fosfato tripotásico (33,5% P₂O₅ y 66,2% K₂O)

-196,9 kg/ha Sulfato de potasio (50% K₂O)

-123,2 gr/ha Bórax (10% B)

-109 gr/ha Sulfato de hierro (36,7% Fe)

-34,4 gr/ha Nitrato de manganeso (30,7% Mn)

Antes de determinar el calendario de riegos, es de vital importancia determinar la cantidad máxima de fertilizantes que se podría emplear en cada riego. para ello existe otra relación empírica, mostrada a continuación:

$$F_{max} = \frac{Vt * Tf * 0,64 * (CE_{umbral} - CE_{ar})}{Tr}$$

En que:

F_{max} es la máxima dosis de fertilización en kilos

V_t es el volumen de agua por riego (en metros cúbicos)

T_f es el tiempo de fertilización, normalmente se considera un 80% del tiempo total de riego (T_r)

CE_{umbral} es la máxima conductividad eléctrica que admite el cultivo en el suelo si ver reducido su rendimiento, en este caso, como se comentó anteriormente es 1,35 dS/m.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

CEar es la conductividad del agua de riego, en el caso del agua disponibles es 0,085 dS/m.

En este caso, se va a calcular la dosis por hectárea para una aplicación de 20 mm (200 metros cúbicos). No se hace necesario especificar las horas de riego (en el caso de esta variedad se estima en 10 horas) ya que solo se tiene en cuenta la proporción de tiempo. Con esto, la máxima cantidad de fertilizante que se puede aportar con un riego de:

$$F_{max} = \frac{200 \text{ m}^3 * 0,8 * 0,64 * (1,35 - 0,085)}{1} = 129,53 \text{ kg abono por ha}$$

Para un riego de 20 mm se pueden aportar hasta 129,5 kilos de fertilizante por cada hectárea a abonar. En el caso de efectuar esta operación para riegos de 30 mm el resultado sería de 194,3 kg de fertilizante. Con estos datos, se puede ya determinar el calendario de fertilización de esta variedad.

A continuación, se va a mostrar una tabla a modo de resumen en que se van a especificar los dosis de cada uno de los fertilizantes a aplicar cada mes.

Nombre del fertilizante y dosis del mismo (Kg/ha)	Mes/es de aplicación
60 kg Nitrato de calcio 7,5 kg Nitrato de amonio (solo en primer riego) 50 kg de Sulfato de potasio 34,4 gr/ha de Nitrato de manganeso (100% del total) 123,2 gr/ha Bórax (100% del total)	Abril
75 kg de Sulfato potásico 19,5 kg de Fosfato tripotásico 54,5 gr/ha Sulfato de hierro (50% del total)	Mayo, junio y Julio
50 kg de Sulfato de potasio 11,60 kg de Fosfato tripotásico 54,5 gr/ha Sulfato de hierro (50% del total)	Agosto y septiembre
6,5 kg Nitrato de calcio 21,9 kg Sulfato potásico 52,5 kg de nitrato de amonio 4 kg de Fosfato tripotásico	Noviembre

Tabla 18 dosis y nombre de fertilizantes así como los meses de aplicación en la variedad 'Keitt'

Se ha partido del supuesto que se van a distribuir los fertilizantes uniformemente en los riegos aplicados en cada mes, independientemente de su número y fecha.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

En la tabla anteriormente mostrada los dosis de fertilizante de los macronutrientes vienen expresadas en kilos por hectárea, mientras que en el caso de los micronutrientes estas cantidades se expresan en gramos por hectárea. Salvo en el caso del calendario de fertilización del nitrato amónico en el mes de abril, en el resto de dosis mostradas la aplicación de todos los fertilizantes mostrados en ese periodo se supone que se va a dividir en todos los riegos de ese mes o meses a partes iguales.

Como se ha comentado en otros aspectos anteriormente mencionados, las dosis y fechas de aplicación son meramente orientativas y se ha planificado en el supuesto de querer efectuar toda la fertilización mediante los riegos efectuados a las dosis y en las fechas anteriormente comentados.

A medida que vaya evolucionando la plantación puede ser necesario, y de hecho recomendable, efectuar aplicaciones de algunos nutrientes de manera manual fuera de estas fechas en caso de que sea necesario, especialmente en el caso del nitrógeno, cuyas dosis se concentran excesivamente al final e inicio de la campaña de riego.

Por último, volver a recalcar la importancia de los análisis foliares por su detección precoz de carencias, especialmente de micronutrientes, las cuales podría ser necesario solventar mediante abonado foliar.

3.5.3. Calendario y dosis de fertilización en la variedad 'Isis'

En el caso de esta variedad, al igual que con la anterior, se va a suponer que las necesidades desde el cuarto año son constantes y que la producción de fruta también lo es. En el caso concreto de esta variedad, ya se explicó en el anejo III que se supondría una producción de 34000 kg/ha, ajustadas más concretamente a este clima. En base a esta producción se puede determinar que las necesidades de nutriente para esta variedad serán:

63,75 kg N/ha, 31,89 kg P₂O₅/ha, 318,58 kg K₂O/ha, 68,68 kg CaO/ha, 85 gr Fe/ha, 22,44 gr Mn/ha, 3,74 gr Zn/ha, 26,28 gr B/ha.

Al igual que en el caso anterior, también se debe tener en cuenta el aporte de nutrientes del agua de riego. Los cálculos serían exactamente iguales, la cantidad de nutrientes aportados por el agua de riego se muestran en la tabla 19, adjunta a continuación. Hay que tener en cuenta que la cantidad de agua que demanda esta variedad es mayor que la

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

anterior, siendo esta concretamente 465 mm a lo largo de su ciclo lo cual va a ser tenido en cuenta en este cálculo.

APORTE DE NUTRIENTES VARIEDAD 'ISIS'				
Catión/ Nutriente	Concentración (ppm)	Pnut (%)	Vol (m ³)	Aporte total (kg/ha)
Ca ²⁺ /CaO	2,3	140	4650	14,97
K ⁺ /K ₂ O	3	241	4650	33,62
Zn ²⁺ /Zn	0,041	100	4650	0,19

Tabla 19 aporte de nutrientes estimado en el riego para la variedad 'Isis'

Con estos cálculos, las necesidades de nutrientes que deben ser cubiertas con fertilizantes serán: 63,75 kg N/ha, 31,89 kg P₂O₅/ha, 284,96 kg K₂O/ha, 53,71 kg CaO/ha, 85 gr Fe/ha, 22,44 gr Mn/ha, 26,28 gr B/ha.

En este caso, las necesidades de cinc también quedarían cubiertas por el aporte del agua de riego. No se ha contabilizado las concentraciones de otros micronutrientes al no conocer con suficiente precisión las concentraciones de los mismos, las cuales están presentes en muy bajas concentraciones.

Las necesidades de fertilizante, al igual que en el caso anterior, se va a calcular teniendo en cuenta las riquezas de los fertilizantes disponibles de la misma manera que en la variedad 'Keitt', que van a ser los mismos que en el caso anterior.

-157,97 kg/ha Nitrato de calcio (34% CaO y 17% N)

-99,7 kg/ha Nitrato de amonio (35% N)

-95,19 kg/ha Fosfato tripotásico (33,5% P₂O₅ y 66,2% K₂O)

-443,88 kg/ha Sulfato de potasio (50% K₂O)

-262,8 gr/ha Bórax (10% B)

-231,6 gr/ha Sulfato de hierro (36,7% Fe)

-73,1 gr/ha Nitrato de manganeso (30,7% Mn)

En el caso de esta variedad también se va a intentar dar todas las necesidades de fertilizante mediante el sistema de riego. Al igual que con la otra variedad se va a regar

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

con dosis constantes de 20 mm o 30 mm según el estado fenológico del cultivo, permitiendo estas una inyección teórica de hasta 129,5 y 194,3 kg de fertilizante respectivamente, al igual que en el caso anterior, teniendo en cuenta los requisitos de fertilización mostrados en apartados anteriores, se propone el siguiente calendario de fertilización. En la tabla 20 se resume la estrategia de fertilización que se va a seguir durante la campaña de riego.

Nombre del fertilizante y dosis del mismo (Kg/ha)	Mes/es de aplicación
77,97 kg Nitrato de calcio 23,08 kg de Fosfato tripotásico 10,78 kg de Sulfato de potasio 73,1 gr/ha de Nitrato de manganeso (100% del total) 231,6 gr/ha Bórax (100% del total)	Marzo
10 kg de nitrato de calcio (solo en el riego de abril) 276,2 kg de Sulfato potásico 55,5 kg de Fosfato tripotásico 231,6 gr/ha Sulfato de hierro (100% del total)	Abril a agosto
73,02 kg de Sulfato de potasio (primer riego) 13,61 kg de Fosfato tripotásico (primer riego) 15,6 kg de Nitrato amónico (último riego) 74,24 kg de nitrato de calcio (último riego)	Septiembre
84,1 kg de Nitrato de amonio 12,53 kg de Nitrato de calcio	Octubre

Tabla 20 distribución de la fertilización en la variedad 'Isis'

Al igual que en el caso de la variedad anterior, se ha programado la fertilización para que coincida totalmente con la campaña de riego, pero hay que tener en cuenta que a lo largo del manejo del proyecto es muy probable que las fechas de riego varían e incluso sean insuficientes para aportar todo el fertilizante por lo que se debe contemplar también la posibilidad de abonar mediante aspersores foliares o con maquinaria, sobre el suelo, según proceda.

4. Manejo del suelo

Tal y como se comentó anteriormente en el anejo tercero, el control de las malas hierbas se va a efectuar mediante desbrozadoras.

El motivo de esta elección es garantizar que la competencia de la flora arvense con la planta sea lo menor posible, a la vez que garantizar que el suelo conserve cierta

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

estructura y el contenido de materia orgánica, o bien no se vea tan drásticamente reducido o bien se incremente ligeramente por la posterior descomposición de todo este material vegetal.

Ya se comentó anteriormente que otros manejos como cultivos asociados deberían descartarse principalmente porque el marco de plantación es muy estrecho así como suponer un pase adicional de maquinaria que puede traer otros efectos no deseados como la erosión, formación de suelo de labor, etc. La colocación de acolchados plásticos en el suelo ayudaría a controlar las malas hierbas, pero presentan el inconveniente de favorecer un excesivo enraizamiento en capas muy superficiales del suelo. Por último, la aplicación herbicidas, si bien presenta ventajas muy similares al control mediante desbrozadoras implica el potencial riesgo de dañar los árboles de la plantación, especialmente cuando estos son todavía jóvenes.

En un estudio llevado a cabo por Duarte, Amílcar & Martins, Ângela (2005) se comparó el manejo de herbicidas respecto al de desbrozadoras en una pequeña plantación experimental de naranjo. En él, se comparó la producción de fruta por árbol en cada uno de los manejos probados, sin encontrar una diferencia significativa, como se puede apreciar en la figura 9, anexa a continuación.

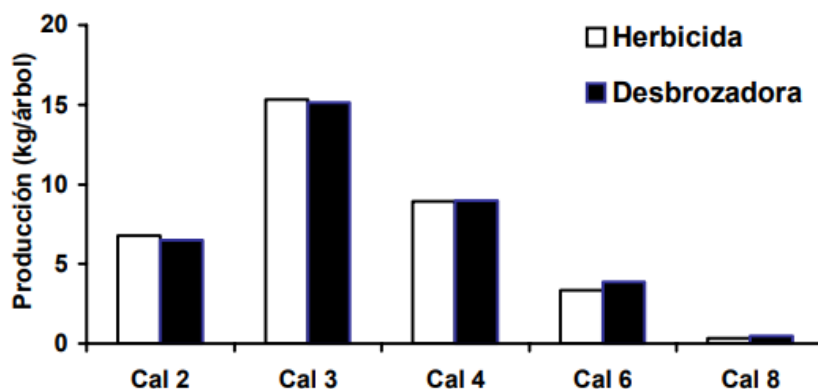


Figura 9 comparativa de producción de naranja en diferentes calibre. Fuente: Duarte, Amílcar.(2005)

Además de esto, cabe destacar que, con dos pases anuales, tanto de la barra de herbicidas como de la desbrozadora, el coste de operación de este segundo resultó un 10% menos costoso que el primero, con lo que se concluye que esta elección resulta bastante conveniente.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

En lo que respecta al control de la flora adventicia, hay que recalcar que esta tiene un comportamiento diferente según la especie que sea. Las especies rastreras o de órganos subterráneos no suelen verse muy afectadas por este sistema, si bien hay que remarcar que no representan un alto porcentaje de las malas hierbas que se extienden por esta región.

Por otro lado, este sistema de escarda resulta muy efectivo contra anuales de porte erecto. El efecto sobre las mismas dependerá del momento y frecuencia de la siega. Para controlar este tipo de herbáceas el mejor momento para segar es antes de la producción de semillas, mientras que en el caso de perennes el mejor momento para su control es durante la floración, momento en que los órganos de reserva han consumido gran parte de las reservas de sus órganos subterráneos.

La variedad de maquinaria para efectuar estas labores puede ser muy diversa, tal y como se puede apreciar en la figura 10, anexa a continuación. Dado que en el proyecto no se contempla la adquisición de esta maquinaria se recomendará combinar el pase de aquellas que actúen a menor altura con otras que efectúen el corte a mayor distancia del suelo. En este apartado se propone efectuar dos pases anuales en momentos críticos: Marzo y mayo, de tal manera que el periodo de floración e inicio del cuajado está libre de malas hierbas.



Figura 10 Tipos de desbrozadoras: 1) trituradora, 2) de cadenas, 3) segadora. Fuente: IVIA

5. Plagas, enfermedades, desórdenes fisiológicos y su control

5.1. Plagas

5.1.1. Mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*)

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

La masca de la fruta es una especie de díptero con un cuerpo redondeado y de color marrón que infecta los frutos del mango. Las hembras efectúan la puesta en la pulpa del fruto, generalmente cuando estas están en desarrollo. Las larvas eclosionan a los pocos días y se alimentan a base de la pulpa del fruto, produciendo galerías en el mismo. Este proceso conlleva la aceleración de la maduración del fruto por efecto de la oxidación, lo que culmina con la pudrición de la parte infectada del mismo, provocando que la fruta sea poco deseable para la comercialización. Estos insectos por lo general están presentes todo el año, y los adultos pueden llevar a vivir fácilmente hasta 8 meses.



Figura 11 individuo adulto de Ceratitis capitata. Fuente: Alvesgaspar

Aunque es capaz de producir daños importantes en el mango, no suele ser de una importancia económica tan elevada como en el caso de los nísperos o chirimoyos. Esto es debido a que la epidermis del fruto resulta bastante dura para que los órganos ovoposidores de estos insectos puedan atravesarlo, además de que no les resulta tan apetitoso respecto de otros frutos.



Figura 12 daños de *Ceratitidis capitata* sobre el fruto del mango. Fuente: Hermoso González, 2018

Los métodos de lucha contra este insecto se focalizan sobre todo en su etapa adulta ya que en sus estadios juveniles y pupales suele encontrarse en el suelo. Los métodos de combate contra este insecto permiten un manejo bastante integral del cultivo, por una lado, existe la posibilidad de emplear parasitoides como *O. humilis Silvestri*, pero el control del mismo es más habitualmente mediante trampas o tratamientos. Por otro lado, en otros países, como en Brasil, se ha notificado la existencia de hasta 3 variedades resistentes a la infestación por parte de este insecto, pero en España estas no se emplean.

En las plantaciones de canarias es habitual el empleo de trampas a base de botellas de plástico de agua de litro y medio, las cuales se agujerean y se introduce en ella una solución de 40 gramos de fosfato diamónico por cada litro de agua. Se necesita colocar una botella cada 4 árboles y estas deben estar en la cara sur de los mismos. Dado que esta estrategia requiere un elevado consumo de tiempo, recursos y mano de obra se recomendará la colocación de trampas Mc phail, que en un número de 4 por hectárea resulta suficiente para controlar esta plaga. El mecanismo de funcionamiento de este utensilio es la posesión de un reborde inferior que permite la entrada de machos, pero no su salida. Esta trampa se llena de atrayentes para provocar la entrada de estos insectos, en el caso de México, se emplea una disolución de 10 ml de proteína hidrolizada, 5 gramos de bórax y 235 ml de agua por trampa, que resultan bastante efectiva para su captura.



Figura 13 trampa Mc Phail para el control de mosca de la fruta. Fuente: La guía del agroexportador

5.1.2. Cochinilla de la nieve (*Aulacaspis tubercularis*)

Esta plaga afecta, además del mango, otros árboles como el laurel o el cocotero. El ciclo de vida de las ninfas y las hembras se sitúa esencialmente en las hojas hasta que se inicia el cuajado de los frutos, momento en que inician su ataque a los mismos. En ellos, provocan manchas y lesiones, afectando especialmente a su aspecto, pero también a su calidad, impidiendo que estos se puedan comercializar. El porcentaje de frutos afectados puede superar el 50%.



Figura 14 hoja de mango afectada por la cochinilla de la nieve. Fuente: ICIA

Este hemíptero atraviesa tres estados a lo largo de su vida, siendo estos: huevo, ninfa y adulto. Estos individuos presentan dimorfismo sexual, siendo las hembras ápteras (sin alas).



Figura 15 ninfas de *Aulacaspis tubercularis*. Fuente: entopcastillo

Estas cochinillas pueden ser controladas por diversos métodos, las sustancias activas más empleadas contra ellos son: paratión, metidazón o diazón. El mejor momento de aplicar estos productos es durante la primavera, coincidiendo con la máxima actividad de estos insectos, aunque también se pueden emplear tras la cosecha, especialmente recomendado después de la poda, si bien su eficacia es algo menor que en el caso anteriormente comentado. En caso de efectuar la aplicación de esta materia activa con una emulsión aceitosa, se debe hacer solamente en caso de gran necesidad y solo para cochinillas con caparazón.

Por lo general, se recomienda la lucha biológica, concretamente empleando *Encarsia citrina* (como parasitoide) o bien *Nephus peyerminofii* (como depredador).

5.1.3. Trips

El mango puede ser atacado por un muy diverso número de especies de thrips, los cuales afectan a todos los órganos aéreos de este frutal.

Los del género *Frankiniella* se alimentan de los nectarios y anteras, dejando el polen inservible. Los *Selenothrips* se alimenta de hojas tanto jóvenes como adultas. El síntoma más destacable de su presencia es la aparición de manchas negras sobre las hojas, producidas por sus deposiciones, así como hojas encorvadas. Por otro lado, *S.rubrocintus* causa lesiones de color grisáceo en los frutos, pudiendo provocar hasta el rajado de la piel, si bien no suelen dañar totalmente el fruto, suele dejarlo inservible para su comercialización.



Figura 16 daños de thrips en hojas de mango. Fuente: ICIA

Para su combate existen diversos insecticidas autorizados como el cipertmetrin, pero de igual manera que en los casos anteriores, se recomienda hacer uso del control biológico. *Orius albidipennis* es un chinche depredador que se puede emplear para el control de la mayoría de los thrips que afectan al mango. Los thrips presentan un problema añadido de cara a su manejo y es el hecho de que además de poder parasitar otras plantas de otros cultivos, pueden emplear también malas hierbas, como reservorio.

5.2. Enfermedades

5.2.1. Oidio

Es una enfermedad bastante distribuida en Canarias por el hongo *Oidium magniferae*, el cual tiene como único huésped el mango. Puede afectar a uno o varios órganos de la planta al mismo tiempo.

En las hojas pueden atacar el haz o envés (con menor virulencia), formando parches blancos que posteriormente se vuelven violetas y que acaban por necrosarse.



Figura 17 daños de oidio en hojas jóvenes de mango. Fuente: ICIA

Cuando afecta a las flores, se inicia en unidades aisladas, extendiéndose rápidamente por la panícula. Estos ataques ocurren mientras las flores están en formación. Los primeros síntomas son la aparición de manchas blancas, provocando el ennegrecimiento de las mismas y finalmente su caída cuando estas todavía no se han abierto.

Las esporas de este hongo son transportadas por el viento. se ha constatado que el ataque de este hongo se desarrolla más rápidamente en contextos de temperatura diurna/nocturna de 30/10 °C, coincidiendo con los inicios de primavera.

Aunque existen variedades resistentes frente a esta enfermedad, como ‘Alphonso’, no es el caso de ninguna de las variedades aquí implantadas. Para su combate, se realiza la aplicación de tratamientos preventivos una vez cada tres semanas desde que la inflorescencia cambia de color hasta que los frutos alcancen el tamaño de una canica. Existen multitud de productos disponibles para efectuar estos tratamientos, desde los más simples, como el azufre mojabable (el cual no se recomienda si hay condiciones de sol y calor pues al secarse puede provocar daños en las flores y frutos). Algunas de las materias activas más empleadas para el control del oidio en mango son: ciflufenamid, hidrogenocarbonato de potasio.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

5.2.2. Antracnosis

Es una enfermedad del mango presente en todas las regiones de su cultivo a nivel mundial afectando especialmente a climas húmedos. Está causado por el hongo *Colletotrichum gloesporioides*.

En las hojas la infección se inicia con pequeñas manchas necróticas de color marrón rodeadas de un halo de color amarillo. En zonas húmedas se produce una gran cantidad de esporas, que son de color rosado. Si la infección se produce en una brotación muy joven se necrosa y se pierde entero. Se diferencia de la mancha negra en que las lesiones no están levantadas ni delimitadas por los nervios de la hoja. En las inflorescencias los síntomas son muy similares.

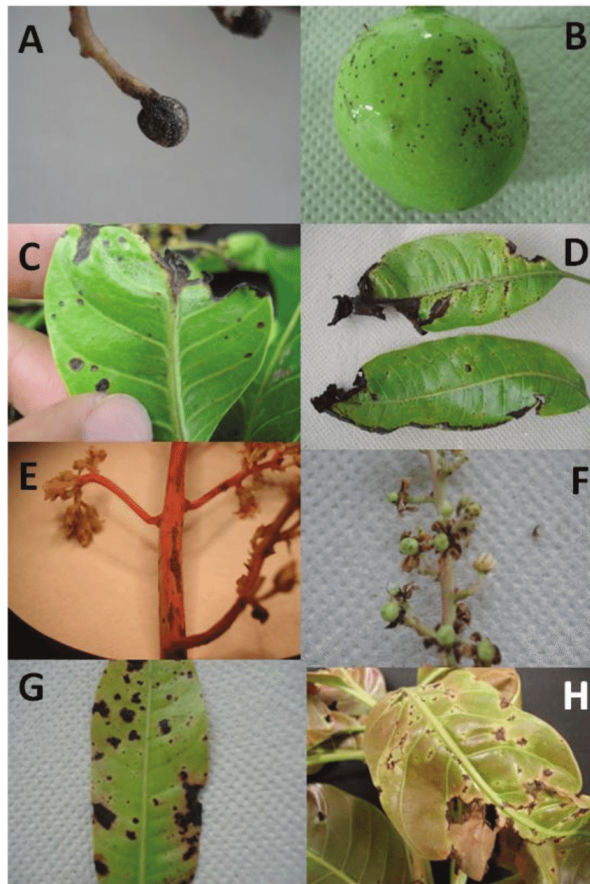


Figura 18 Síntomas típicos de antracnosis causados por *Colletotrichum spp.*, en mango. (A, B) Fruto momificado y fruto inmaduro. (C, D) Hojas maduras. (E, F) Panículas y flores. (G, H) Hojas jóvenes.

Fuente: Barquero, Marcia et al (2013)

Si la infección ocurre en los frutos en etapa joven pueden causar fácilmente la caída de los mismos, si los frutos son infectados en su etapa de cuajado tardía, los síntomas

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

podrían pasar desapercibidos hasta la postcosecha. Generalmente se inician como pequeñas manchas de color marrón que se pueden ir agrandando y juntándose entre ellas. Las manchas aumentan su tamaño a medida que lo hace el del fruto.

Las esporas de este hongo permaneces sobre hojas y brotes muertos y suelen ser distribuidas mediante las salpicaduras de las gotas de lluvia. Las condiciones necesarias para que esta infección tenga lugar son esencialmente una situación de alta humedad relativa durante más de 12 horas. No es necesario que existan heridas para se inicie esta infección, no obstante, la existencia de las mismas puede favorecerla. Por lo general, la incubación dura un mes, dándose la situación de que frutos aparentemente sanos pueden estar, en realidad, muy afectados por este hongo una vez se han recogido.

En el caso de las dos variedades seleccionadas, la resistencia a la antracnosis es media, pero aún así se recomienda en estos casos efectuar un seguimiento del árbol para evitar su infección. Esto se realiza con medidas de temperatura y humedad en las hojas, las cuales se pueden emplear en modelos que definen el riesgo de infección. Para su combate en las Islas Canarias, se está empleando especialmente el oxiclورو de cobre, pero también se pueden emplear fungicidas a base de maneb, hidróxido cúprico, oxiclورو de cobre, entre otros. Por otro lado, medidas como la limpieza de hojas y frutos con el objetivo de eliminar fuentes de inóculo así como la eliminación de malas hierbas a fin de reducir la humedad y favorecer la ventilación del árbol con podas juiciosas son también buenas prácticas de prevención.

5.2.3. Mancha negra bacteriana

Es una enfermedad del mango cuyos síntomas destacan por mostrarse principalmente en postcosecha y suele ser más virulenta en regiones de escasa humedad. Esta provocada por el hongo *Alternaria alternata*.

En las hojas e inflorescencias se produce la aparición de manchas negras redondas. En los frutos también se desarrollan estas manchas negras que suelen aparecer después de la cosecha. Estas son también redondas y suelen localizarse rodeando las lenticelas. A medida que la enfermedad progresa, las manchas penetran en la pulpa, que se oscurece y ablanda. Los centros de estas esporas están hundidos y en ellos se producen esporas de color verde oscuro. A diferencia de la antracnosis, los síntomas de esta enfermedad son más limitados, negros y firmes.

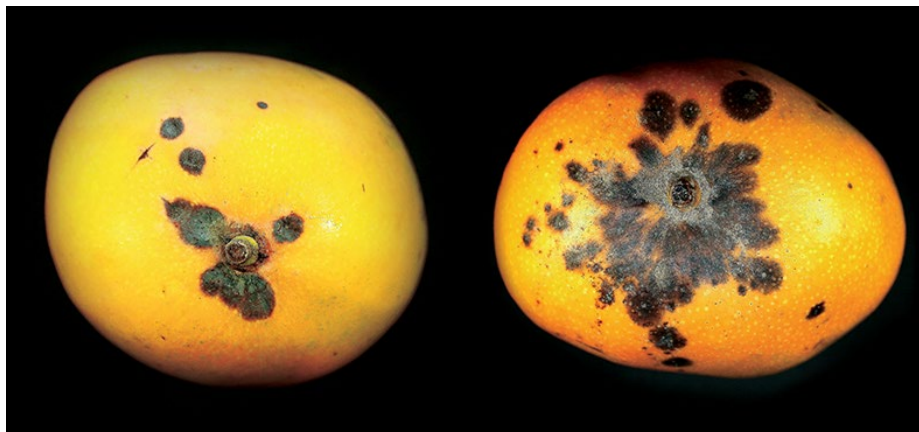


Figura 19 frutos de mango afectados por mancha negra. Fuente: red agrícola

Las conidias de este hongo pueden ser transportadas por el viento, pero por lo general se encuentran en restos vegetales, donde pueden sobrevivir durante bastante tiempo. No es necesario que haya heridas para que se produzca su infección, sin embargo, se va favorecida activamente por ellas.

La única manera de prevenir su aparición es mediante tratamientos preventivos a base de fungicidas con materias activas como: difenoconazol, kresoxim-metil. También existe la posibilidad de aplicar un tratamientos en postrecolección usando la pulverización de agua caliente con procloraz diluido en una dosis de 9,5 gr/litro.

5.3. Desórdenes fisiológicos

5.3.1. Descomposición interna de la fruta

Es una irregularidad que sucede en los frutos del mango que consiste en la pérdida de características normales de la pulpa que puede variar en magnitud, desde la gelatinización (total o parcial) de la pulpa hasta la descomposición total de la misma.

Este desorden suele iniciarse ya durante el cuajado del fruto y pueden llegar fácil y rápidamente a afectar a todo el fruto. A nivel celular, este proceso se produce por un elevado nivel de separación celular y degradación de la pared celular.

Dentro de este desorden, existen numerosas variantes, las cuales se diferencian según el grado de afectación que ha sufrido el fruto. Así, puede encontrarse, el “soft nose”, en que la parte apical del fruto se reblandece o la semilla gelatinosa (“jelly seed”) en que solo se reblandece la parte de la pulpa que rodea a la semilla. También otra variante es el

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

hueco del pedúnculo, en que se produce un deterioro del tejido conductor entre la semilla y el pedúnculo, llegando a formarse oquedades dentro de la pulpa.



Figura 20 Escala de daños de la descomposición del fruto en mango. Fuente: Galán Saúco, 2009

La causa, aunque en el ámbito académico existen todavía ciertas dudas, se debe esencialmente a desordenes de nutrientes dentro de la pulpa, especialmente producido por una alta relación nitrógeno/calcio en la planta.

Hay que destacar que otros factores ambientales pueden influir negativamente en el desarrollo de esta anomalía, especialmente la exposición prolongada de los frutos a altas temperaturas. Incluso en casos concretos de la variedad 'Carabao' en que se han sometido los frutos a tratamientos térmicos después de la recolección, los cuales tienen una corta duración, se ha detectado posteriormente.

Para evitar la aparición de este problema, se pueden seguir las siguientes recomendaciones:

- Evitar cultivares sensibles, como 'Tommy Atkins'
- Aplicar un programa de fertilización adecuado, procurando aportar calcio y evitando un exceso de nitrógeno. Se recomienda que la relación de nitrógeno/calcio en los análisis foliares se de 0,5 o inferior, concretamente, no se recomienda que en estos análisis el contenido de calcio descienda de 2,5%.
- Evitar un riego excesivo en las épocas cercanas a la madurez y no emplear cubiertas del suelo con elevado albedo, que reflejen excesivamente la luz del sol.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

-En el caso de variedades más susceptibles, se recomienda recolectar el fruto cuando este no está todavía maduro, de tal manera que, en caso de existir dicho problema dentro del fruto, este no sea tan afectado por el mismo.

En el caso concreto de este proyecto, las variedades elegidas 'Isis' y 'Keitt', son bastante resistentes a la aparición de estas irregularidades, no obstante, se vuelve a recalcar la importancia de efectuar análisis foliares a fin de conocer con más exactitud la relación de los nutrientes implicados y poder corregir a tiempo su posible aparición.

5.3.2. Disminución del mango (mango decline).

Es un desorden que afecta a la parte vegetativa de la planta. Se caracteriza por la caída y secado de las hojas, la división de la corteza con secreciones en ramas y el tronco principal. Los primeros síntomas de esta enfermedad son la muerte del extremo del brotes jóvenes y que puede culminar con la muerte de todo el árbol.



Figura 21 rama de mango afectada por el "mango decline". Fuente: krishisandesh.com

Los síntomas generalmente se muestran como secado de las puntas de ramas de pequeño diámetro así como la decoloración y oscurecimiento de las zonas circundantes a estas. Estos síntomas progresan hacia ramas mayores. En este proceso es relativamente habitual encontrar que la corteza se agrieta o divide, emanando de ella un líquido espeso y de mal olor.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

De media, pueden transcurrir de 6 a 8 meses desde la aparición de los primeros síntomas hasta la muerte total del árbol. El motivo principal por el que se cree que esta irregularidad tiene lugar es la combinación de un déficit de algunos micronutrientes, especialmente de hierro y cinc, al que se suma la infección de un hongo denominado *Lasiodiplodia theobromae* que también puede atacar a numerosas especies arbóreas. En el caso del mango, no se conocen variedades que sean resistentes a la aparición de este problema.

El monitoreo regular (destacando especialmente los análisis foliares) y las técnicas integradas de manejo de plagas y enfermedades pueden ayudar a controlar su propagación. Otras recomendaciones generales para evitar o controlar su aparición son:

- Solarización del suelo mediante el empleo de plástico transparente
- Selección de árboles para el establecimiento de la plantación que estén libres de enfermedades
- Aplicar desinfectantes en las heridas de poda
- La mayoría de los fungicidas que se emplean para otros tratamientos preventivos pueden ayudar a controlar o repeler al mencionado hongo que está implicado en esta enfermedad.

6. Recolección

6.1. Criterios de recolección

Dada la gran complejidad que se puede encontrar dentro de las variedades de mango, establecer un único criterio del momento de recolección que se pueda emplear para todas las variedades es un poco complicado. El criterio será definido por el comprador, según sus exigencias. La principal problemática, como se va a apreciar a continuación, es que algunos de estos criterios son bastante subjetivos. Los principales parámetros en que basarse para determinar el momento de iniciar la recogida de la fruta son:

- Densidad específica: Consiste en la determinación de la densidad específica del fruto mediante flotación en agua. Se trata de un test poco dependiente de las condiciones climatológicas pero variable según las variedades. Se necesita conocer de partida datos

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

que se puedan emplear como referencia, por lo general, se puede llegar a conseguir frutos que se recolecten encontrando el mejor momento para recolectar evitando frutos muy poco maduros y que a la vez no hayan sido gravemente afectados por la descomposición interna de la fruta.

-Aspecto externo: Este criterio se basa en detectar el momento de cambio de color de la piel del fruto, si bien hay que recalcar que este puede estar sujeto a variaciones dentro de un mismo árbol en función del sombreado o exposición al sol que este haya recibido, a lo que hay que sumar, que en caso de que haya un exceso de nitrógeno en el agua de riego o en el suelo, algunas variedades pueden responder con una coloración rojiza más prematura.

-Forma de la fruta: Se considera que el fruto ha alcanzado el momento idóneo de recolección cuando los “hombros del fruto” superan ligeramente al punto de inserción del fruto en el árbol. Este criterio es especialmente recomendado en algunas variedades, como es el caso de ‘Keitt’

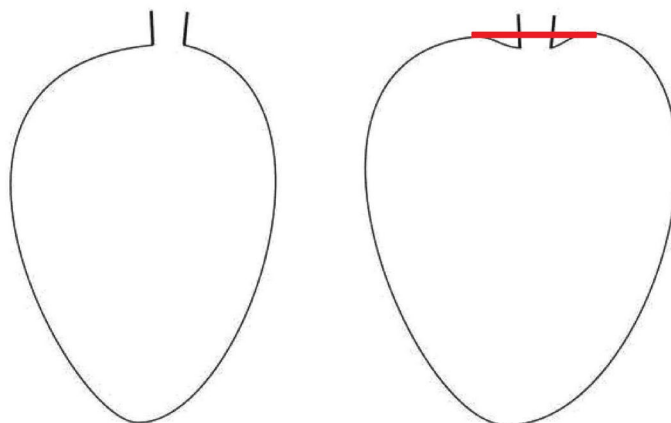


Figura 22 comparativa de un fruto verde (izquierda) frente a uno más maduro (derecha). Fuente: Galán Saúco, 2009.

-Firmeza: Se trata de un criterio objetivo que es característico de cada cultivar. Se trata de medir con un penetrómetro en ambos lados del fruto, previa eliminación de la piel. Es un método destructivo, es decir, que el fruto empleado para este ya no se puede usar posteriormente, así como resultar incompatible con su medición en campo.

-Grados brix: Es otro índice, también objetivo, que se mide mediante un refractómetro. Se recomienda hacer la recogida de los mismos cuando el contenido en sólidos solubles

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

total sea de entre 7 y 8° Brix en el caso de que se destinen a exportación, mientras que este valor debería alcanzar hasta 10° Brix para consumo de mercados locales.

-Color de la pulpa: Se determina generalmente mediante cartas de color, indicándose en ellas el color, asociado con la maduración, en que se debería efectuar la recogida para garantizar una buena maduración en función del mercado de destino.

6.2. Modo de recolección

La recolección del mango es manual. En el caso de árboles pequeños, como es el caso de esta plantación, la recolección se efectúa con el apoyo de escaleras de poca altura, para plantaciones con individuos de mayor vigor se emplean normalmente plataformas elevadoras.

El corte de la fruta debe hacerse con tijeras de poda o similares. Tras el corte, la forma de colocar este fruto cobra especial importancia debido a que el pedicelo suele exudar látex, que puede ser nocivo para la piel del propio fruto. Por ello este debe recolectarse con el pedicelo ligeramente largo, colocando el fruto en una sola capa (a ser posible) con su parte superior mirando hacia abajo, separando las diversas capas de mango con un material absorbente. Además de esto, otras recomendaciones de la recolección son también que los operarios no empleen guantes de tela para evitar que estos se vuelvan abrasivos en combinación con el látex así como que estos tengan las uñas cortas para no dañar la piel de los frutos.



Figura 23 recolección de mangos en Canarias. Fuente: periódico las provincias

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

El fruto debe recolectarse en unas condiciones climáticas de una humedad y temperatura que no sea excesiva y evitando las precipitaciones ya que los daños del látex se agudizan, se recomienda emplear envases de madera para su conservación. El transporte al empaquetado debe efectuarse lo más rápidamente posible.

7. Bibliografía

Del Busto, Angelina y Chueca, Patricia. 2018. CONTROL DE LA FLORA ESPONTÁNEA MEDIANTE MÉTODOS NO QUÍMICOS. Publicaciones técnicas IVIA.

Duarte, Amílcar & Martins, Ângela. (2005). USO DE DESBROZADORA COMO ALTERNATIVA A LOS HERBICIDAS EN EL CONTROL DE MALAS HIERBAS, EN NARANJO ‘RHODE’.

Durán Zuazo Víctor Hugo, Rodríguez Pleguezuelo Carmen Rocío, Gálvez Ruiz Baltasar, Gutiérrez Gordillo Saray & Francisco García-Tejero Iván (2019) Water use and fruit yield of mango (*Mangifera indica* L.) grown in a subtropical Mediterranean climate, *International Journal of Fruit Science*, 19:2, 136-150, DOI: 10.1080/15538362.2018.1493960

Durán Zuazo Víctor Hugo, Martínez Raya, Aguilar Ruiz. (2004) Impact of salinity on the fruit yield of mango. *Europ. J. Agronomy* 21 (2004) 323–334

Galán Saúco, Víctor. (2009). El cultivo del mango. Editorial Mundiprensa

Modesto Hernández, Pedro. (2020). El mango en Canarias, icia.es

Usha, Kalidindi. 1 de abril de 2020. Mango Decline: Mango Diseases is a Big Threat to Mango Industry. www.krishisandesh.com



**Diseño y establecimiento de una plantación de
mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana
(La Palma)**

**DOCUMENTO I.
MEMORIA**

**ANEJO VI: DISEÑO DEL
SISTEMA DE RIEGO**

Autor : Sergio Lozano Tórtola

Julio de 2022

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Elección de los emisores	4
1.1. Introducción.....	4
1.2. Número de emisores por árbol	5
1.3. Características de los emisores	7
2. Diseño hidráulico	8
2.1. Introducción.....	8
2.2. Dimensionamiento de las tuberías portagoteros	9
2.3. Dimensionamiento de las tuberías terciaria.....	12
2.4. Dimensionamiento de las tuberías secundarias y la principal	14
3. Diseño del cabezal de riego	15
3.1. Situación previa.....	15
3.2. Elementos a instalar.....	16
3.3. Características del equipo de impulsión	18
4. Diseño de sectores y otros elementos del sistema de riego	19
4.1. Diseño de sectores y su justificación.....	19
4.2. Elementos complementarios al sistema de riego planteado	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 filtro de anillas con esquema de las dimensiones mostradas en la tabla anterior. Fuente: www.materialesriegos.com	17
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 superficie mojada según caudal de emisor	6
Tabla 2 características de filtros comerciales de anillas. Fuente: www.materialesriegos.com	17
Tabla 3 pérdida de carga esperada en el cabezal de riego	18

1. Elección de los emisores

1.1. Introducción

Tal y como se ha comentado en otros anejos a la memoria, el sistema de riego elegido para esta explotación va a ser de tipo localizado, o por goteo. El motivo de esta elección es en primer lugar, al ahorro de agua que supone respecto a otros en un emplazamiento que destaca por tener el recurso del agua bastante limitado en cantidad, pero además, por los propios factores del desarrollo radicular del mango.

Este frutal destaca por tener un sistema de raíces pivotantes que alcanzan gran profundidad, en este caso, se necesita un sistema de riego que sea acorde con estas características, es decir, que no aplique el agua lejos de la zona de influencia de las raíces ya que una parte de esta podría no ser aprovechada, así como, el incentivo de favorecer unas raíces poco profundas en este frutal puede resultar muy poco recomendada, ya que es más vulnerable a enfermedades del suelo y de caídas del propio árbol.

Además de la ya mencionada eficacia del riego, el sistema de riego localizado tiene otras ventajas entre las que hay que destacar: la compatibilidad con otras labores culturales del cultivo (es decir que dado que el riego no moja todo el suelo se puede efectuar la poda al mismo tiempo o también la aplicación de fitosanitarios ya que al no mojarse las hojas estos no se perderían), este sistema de riego es más fácilmente adaptable al suelo y las irregularidades del terreno, sin tantas pérdidas de presión, además, no se ve afectado por el aire aunque este sople muy fuerte ya que el agua se aplica directamente al suelo. Al no mojarse el follaje, se reduce notablemente la probabilidad de que los árboles sean afectados por hongos y, relacionado con esto, permite el empleo de aguas salinas, de peor calidad, no solo por no verter esa agua al suelo, si no que además los goteros son emisores que son menos vulnerables a obturaciones por precipitación de sales frente a otros. Este tipo de riego es fácilmente programable, con lo que el factor tiempo y mano de obra se reduce considerablemente.

El sistema de riego por goteo también presenta algunas desventajas, entre las que hay que destacar: la elevada inversión que se debe efectuar en instalaciones así como un costo mayor de mantenimiento y funcionamiento, que requieren de una mano de obra más cualificada.

1.2. Número de emisores por árbol

Dado que en el anejo 5 ya se calculó las necesidades brutas y netas de riego para cada variedad en cada momento del año, el siguiente paso para dimensionar el sistema de riego es determinar el número de emisores que se debería colocar por árbol, a fin de que el agua pueda llegar a todos los árboles de la manera más uniforme posible.

Para el cálculo de este parámetros se puede emplear la siguiente fórmula:

$$Ne \geq \frac{a * b * P}{100 * S}$$

Donde:

A*b es el marco de plantación

P es el porcentaje de suelo mojado (en el caso de frutales se recomienda fijar un valor inicial de 33%)

S es la superficie de suelo mojado en metros cuadrados

Dado que las dos variedades elegidas tienen un vigor y un marco de plantación diferentes, es de esperar que el número de emisores por planta sea diferente.

Para determinar este parámetro, primero se debe calcular el diámetro de suelo mojado (tomando como centro el emisor), para, posteriormente, calcular la superficie mojada por cada emisor (suponiendo que este estuviese aislado). Para determinar este parámetro, Arviza (1993) propuso las siguientes fórmulas según el tipo de suelo:

$$Dm \text{ textura fina: } 1,2 + 0,1q$$

$$Dm \text{ Textura media: } 0,7 + 0,11q$$

En estas fórmulas, q es el caudal del emisor expresado en l/h y el resultado de estas ecuaciones, una vez se han introducido los datos correspondientes, se devuelve el diámetro mojado en metros. En el caso del suelo de este proyecto, que es de tipo franco arcilloso, se va a hacer la media del diámetro obtenido en cada una de ellas.

Dado que se desconoce de antemano el caudal del emisor empleado, se va a calcular con varios: de 4, 6, 8 l/h. Una vez se haya obtenido el diámetro mojado, se hará el cálculo de la superficie mojada (S), la cual se va a calcular suponiendo que esta será un círculo:

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

$$A = \frac{1}{4}\pi(Dm)^2$$

En la tabla 1, anexa a continuación se va a recoger el diámetro mojado (calculado haciendo la media entre las dos fórmulas anteriormente mostradas), la y la superficie mojada.

q (l/h)	Dm (m)	Sm (m ²)
2	1,16	1,05
4	1,37	1,47
6	1,58	1,96
8	1,79	2,52

Tabla 1 superficie mojada según caudal de emisor

Para el caso de la variedad ‘Isis’, con un marco de plantación de 4X4, el mínimo número de emisores, según el caudal va a ser:

$$Ne \left(4 \frac{l}{h}\right) \geq \frac{4 * 4 * 33}{100 * 1,47} = 3,59$$

$$Ne \left(6 \frac{l}{h}\right) \geq \frac{4 * 4 * 33}{100 * 1,96} = 2,69$$

$$Ne \left(8 \frac{l}{h}\right) \geq \frac{4 * 4 * 33}{100 * 2,52} = 2,09$$

Dado que en el caso de la variedad ‘Isis’ se desea instalar una doble goma de goteros por cada fila de árboles, se baraja entre colocar un gotero de 8l/h a cada lado de la línea o dos goteros de 4 l/h a cada lado de la línea.

Dado que se quiere que el desarrollo radicular del árbol sea lo mayor posible, se va a optar por colocar 4 emisores por árbol de 4 l/h, ubicados en dos mangueras diferentes.

Para saber la separación entre emisores dentro del rango del mismo árbol, se debe tener en cuenta el factor solape (a), es decir, el porcentaje de bulbo húmedo que va a estar en contacto con el adyacente. En estos casos se recomienda que el mínimo sea un 10% y el máximo un 50%, con esto, se puede estimar la distancia entre emisores (Se).

$$Se = \left(\frac{dm}{2}\right) \left(2 - \frac{a}{100}\right)$$

Teniendo en cuenta que, como se ha dicho antes, a (el porcentaje de solape) debe estar comprendido entre 10 y 50, el rango de separaciones entre emisores deberá ser:

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

$$Se = \left(\frac{1,37}{2}\right)\left(2 - \frac{10}{100}\right) = 1,3$$

$$Se = \left(\frac{1,37}{2}\right)\left(2 - \frac{50}{100}\right) = 1,02$$

En este caso, se optaría por elegir una separación entre emisores de 1,25 m. en este caso, la separación entre grupos de emisores será de 2,75 m.

Para la variedad 'Keitt' dado que tiene un porte más pequeños y un menor marco de plantación, se optaría por instalar una única goma de riego. el número de emisores por árbol en este caso sería:

$$Ne \left(2 \frac{l}{h}\right) \geq \frac{2 * 3 * 33}{100 * 1,05} = 1,88$$

$$Ne \left(4 \frac{l}{h}\right) \geq \frac{2 * 3 * 33}{100 * 1,47} = 1,37$$

$$Ne \left(6 \frac{l}{h}\right) \geq \frac{2 * 3 * 33}{100 * 1,96} = 1,01$$

$$Ne \left(8 \frac{l}{h}\right) \geq \frac{2 * 3 * 33}{100 * 2,52} = 0,786$$

En este caso, se baraja la posibilidad de instalar un único emisor por árbol de 6 l/h o bien dos emisores de 2 l/h por árbol. En caso de elegir esta opción, se barajaría, por ejemplo, distanciar los emisores a 1 m, en este caso la separación sería fija, creando un bulbo húmedo continuo. De elegir esta opción el porcentaje de solape sería:

$$Se = \left(\frac{dm}{2}\right)\left(2 - \frac{a}{100}\right); 1 = \frac{1,16}{2}(2 - 0,01a); a = 27,6\%$$

El solape será de un 27,6%, comprendido entre el 10% y 50%, con lo que se escogerá esta opción.

1.3. Características de los emisores

Dado que el terreno es muy irregular en lo que respecta a elevación, se propone emplear goteros autocompensantes en todos los sectores de riego y para ambas variedades. Esto es así ya que dentro de un mismo sector las diferencias de altura, y por tanto de presión y caudal pueden ser muy diferentes, y con el objetivo de conseguir la mayor

uniformidad posible en el riego, se va a optar por este tipo de emisor, aunque la inversión resulte mayor.

La ecuación de descarga de los dado que en ambas variedades van a ser diferentes, estas también lo serán. En el caso de 'Isis', la ecuación de descarga de los emisores va a ser:

$$q = 2,52 * H^{0,2}$$

En que q es el caudal en litros por hora y H es la presión en mca (metros de columna de agua). En este caso, la presión nominal de funcionamiento será de 10 mca. En el caso de la otra variedad, la ecuación de descarga del emisor será:

$$q = 1,26 * H^{0,2}$$

En que, los factores H y q tienen los mismos rasgos de funcionamiento que en el caso anterior.

Ya se ha comentado que el sistema de riego va a ser por goteo, pero hay que añadir a esto que en proyecto, las gomas porta-goteros no van a ir enterradas, si no en superficie. El tamaño de los árboles, así como el propio marco de plantación van a condicionar el diseño del sistema de riego, así, en la variedad 'Isis', de mayor vigor, se van a colocar dos gomas portogoteros por cada fila de árboles, mientras que en el caso de la variedad 'Keitt' solo se instalará una. En el caso de esta primera, la distancia entre ambas gomas deberá ser similar a la separación entre goteros, aunque en la práctica esto no se va a conseguir de una manera muy precisa, de igual manera que estas, durante el transcurso de la vida de la plantación se moverán a fin de fomentar un mayor desarrollo del sistema radicular de los frutales.

2. Diseño hidráulico

2.1. Introducción

Con lo comentado anteriormente, se va a proyectar para esta futura plantación un sistema de riego con dos bombas de diferentes características que puedan abastecer todos y cada uno de los sectores de esta plantación.

Para ello será necesario colocar una serie de válvulas y sensores que permitan que todo este conjunto de labores se lleve a cabo de una manera autónoma, sin necesidad de intervención humana.

Dado que no va a existir ningún caudal de entrada limitante al ser todo el agua necesaria tomada desde las diferentes estructuras de almacenaje, el caudal de abastecimiento se puede modificar, en este caso, dado que va a depender directamente del equipo de bombeo y las dimensiones de las conducciones. Este parámetro, junto con otros será definido a medida que se vayan realizando los cálculos de dimensionamiento para cada uno de los cabezales de riego.

2.2. Dimensionamiento de las tuberías portagotos

Las características que deberán tener los emisores para los ramales en cada una de las variedades ya han sido definidos en el punto 1 del presente anejo. Para el dimensionamiento de estas conducciones en ambas variedades se van a establecer una serie de premisas iniciales:

-Se buscará el ramal más desfavorable en lo que respecta a pérdidas de carga para cada una de las variedades

-Se empleará un único diámetro para cada una de las variedades

-El criterio de punto de alimentación ha sido elegido conforme a la posición más conveniente para la colocación de la terciaria, intentando que el punto de alimentación fuera el más alto posible, para que la gravedad juegue a favor de la alimentación

3.2.1. Ramales de la variedad 'Isis'

En la variedad 'Isis' se va a colocar un doble ramal. Se han buscado, de entre todas las posibilidades de los ramales proyectados (ver plano del sistema de riego), los ramales más desfavorables. Entre ellos hay que destacar: los más largos y los que tendrán una mayor pendiente.

Dado que en términos de variación de pendiente transversal en la parcela es bastante uniforme en toda su superficie, siendo esta aproximadamente un 3,5% en ambas direcciones hasta aproximadamente los límites del emplazamiento, se va a suponer este valor constante en todos los cálculos desde este punto en adelante.

Antes de entrar en los propios cálculos, se debe determinar cuales serán las normas fundamentales del riego para este diseño. En primero de ellos será que la presión de alimentación debe ser la suficiente como para que el caudal dentro de esta subunidad no varíe más de un 10% el caudal emitido por cada emisor, para ello se aplica la siguiente fórmula:

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

$$\Delta H = \frac{0,1}{X} * \bar{H}$$

Donde \bar{H} es la presión media de funcionamiento y X es el exponente de la ecuación de descarga del emisor. En este caso, para ambas variedades la ecuación de descarga del emisor tiene el mismo exponente, que es 0,2 y en que la presión media de funcionamiento es 10 mca. Sustituyendo en la ecuación anteriormente planteada quedaría:

$$\Delta H = \frac{0,1}{0,2} * 10 = 5 \text{ mca}$$

La máxima presión que podría variar en una misma subunidad es 5 mca.

Para el dimensionamiento del diámetro interno de los ramales se puede emplear la siguiente fórmula:

$$Di \geq \left[\frac{Le * Fr * C * Q^m}{\Delta H} \right]^{-(3+m)}$$

Donde Le es la longitud equivalente (es decir, la longitud del ramal sumado al número de emisores multiplicado por su longitud equivalente individual)

Fr es el coeficiente minorante

C es un factor corrector de la temperatura, en el caso concreto de este proyecto, se va a suponer una temperatura de trabajo de 20°C, lo que se corresponde con un coeficiente 0,464.

Q es el caudal máximo que lleva el ramal en su conexión con la terciaria

m es una factor que depende del material del que está compuesto la conducción, en este caso se va a suponer de polietileno en que este factor es 1,75

ΔH es la máxima pérdida de carga que se produciría en la subunidad de riego.

Di es el diámetro interior en milímetros, la elección para este diseño ha de ser superior al valor obtenido a partir de este cálculo.

En el caso de esta variedad, dado que el punto de alimentación de todas las tuberías va a ser en la mayoría de los casos, desde el punto más elevado del propio ramal, se va a calcular el más desfavorable entre la opción del más largo, ubicado en las proximidades

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

del depósito circular ya construido, y el conjunto de ramales que tendrán una pendiente ascendente desde su punto de alimentación, ubicados en la zona sureste de la parcela.

La longitud de estos primeros es de 182 m, tiene un total de 92 emisores alimentando a un total de 46 árboles. El factor F, para el material y número de emisores dado es 0,369 y la longitud equivalente para cada emisor se estima en 0,25 m. El caudal, teniendo en cuenta que cada emisor está programado para emitir aproximadamente 4 l/h, se estima en 368 litro/hora para este ramal. La pendiente es de un 3,5%, lo que, junto con su longitud produce una variación de cota de 6,2m, resultando esta AH en 11,2 mca. Con todo esto, el diámetro debería ser:

$$11,16 \text{ mm} \geq \left[\frac{((182 + 92 * 0,25) * 0,375 * 0,464 * 368^{1,75})^{-4,75}}{11,6} \right]$$

En este caso se seleccionaría el siguiente diámetro comercial más grande disponible, de DN (16 mm) PN 0,4 MPa, Dint 13,6 mm En otras zonas de este emplazamiento, con longitudes menores, y partiendo del supuesto que la pendiente lateral sigue siendo la misma, se ha calculado que la pérdidas de carga, con el mencionado diámetro, mantienen unas pérdidas de carga que se compensan con la pendiente.

Para comprobar si este diámetro seleccionado tiene unas pérdidas de carga adecuadas, se va a calcular las que se producirán en el propio lateral. Para ello se va a emplear la siguiente fórmula:

$$hr = le * C * Fd * \frac{Q^m}{D^{m+3}}; hr = 205 * 0,464 * 0,375 * \frac{368^{1,75}}{13,6^{4,75}} = 4,55 \text{ mca}$$

Con esto se calcula que en el propio ramal de riego se producirán un total de 4,55 mca de pérdida de presión. Teniendo en cuenta que sólo por la pendiente, se produce un incremento de la propia presión en el orden de 6 mca, esto significa que, técnicamente en el inicio del lateral la máxima pérdida de carga admisible en la propia terciaria es de 5 mca, al no haberse consumido en el portagoteros.

En el caso del otro grupo de goteros más desfavorables, su longitud es de 108 m, tiene un total de 56 emisores alimentando a un total de 28 árboles. El factor F, para el material y número de emisores dado es 0,373 y la longitud equivalente para cada emisor se estima en 0,25 m. El caudal, teniendo en cuenta que cada emisor está programado para emitir aproximadamente 4 l/h, se estima en 224 litro/hora para este ramal. La

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

pendiente es de un 3,5%, lo que, junto con su longitud produce una variación de cota de 3,8 m, resultando esta AH en 1,2 mca. Con todo esto, el diámetro debería ser:

$$13,4 \text{ mm} \geq \left[\frac{(108 + 56 * 0,25) * 0,373 * 0,464 * 224^{1,75}}{1,2} \right]^{-4,75}$$

En este caso también se podría emplear el mismo diámetro, hay que tener en cuenta, que debido a que esta zona se halla en las cotas más bajas de este emplazamiento el agua llegará con una sobrepresión considerable a esta región, con lo que no será necesario tener en cuenta las posibles pérdidas de carga.

3.2.2. Ramales de la variedad 'Keitt'

Para esta variedad el procedimiento es exactamente el mismo, se va a buscar los ramales más desfavorables. En este caso, en el sector ubicado en el extremo noreste de la zona del proyecto se encuentra un grupo de ramales que serán alimentados desde el punto más bajo. La longitud estimada de estos es de 88 metros, con un total de 86 emisores que alimentan a un total de 43 árboles, el factor F en este caso es 0,369 y C sigue siendo 0,464, la variación de cota es de 3 m ascendente, dejando Ah= 2 mca. El caudal máximo será 344 l/h de esta manera el diámetro a instalar será:

$$13,8 \text{ mm} \geq \left[\frac{(88 + 86 * 0,25) * 0,369 * 0,464 * 516^{1,75}}{2} \right]^{-4,75}$$

En este caso se seleccionaría una tubería de DN (20 mm) PN 0,4 MPa, Dint 17,6. Al no existir otros casos más desfavorables, este sería en principio el diámetro elegido. Para corroborar su compatibilidad con este proyecto, se va a calcular las pérdidas de carga que se producirían dentro de este propio ramal:

$$hr = le * C * Fd * \frac{Q^m}{D^{m+3}}; hr = (88 + 86 * 0,25) * 0,464 * 0,369 * \frac{344^{1,75}}{17,6^{4,75}} = 0,62 \text{ mca}$$

Con esto, se corrobora que este diámetro es válido y que quedarían disponibles 1,38 mca de presión a consumir en la terciaria.

2.3. Dimensionamiento de las tuberías terciaria

El dimensionamiento de las tuberías terciarias sigue un procedimiento muy similar al del dimensionamiento de los ramales en términos de cálculo.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Por lo general, las tuberías terciarias van a tener un trazados perpendicular a las curvas de nivel. En este caso, para simplificar los cálculos, y en base a los datos anteriormente mostrados, se va a suponer que la pendiente para el trazado de todas estas tuberías va a ser de un 11% en todos los casos.

Para cada una de las variedades se seleccionará un único diámetro, el cual será calculado en base a las condiciones más desfavorables para cada una de las variedades.

3.3.1. Dimensionamiento terciarias variedad 'Isis'

En el caso de la variedad 'Isis', la terciaria más desfavorable será aquella ubicada para alimentar al conjunto de árboles ubicados al este del depósito de planta rectangular, en que se necesita alimentar a aproximadamente 915 árboles, demandando un caudal de 14640 l/h. En esta, existe un total de 24 filas de árboles, con un total de 48 ramales, en este caso, la máxima variación de presión a acumular en la propia tubería será de 5 mca, debido a que esta no se consumía en el propio ramal. La pendiente en este caso jugaba a favor de la terciaria, teniendo esta una variación de la misma de 7 m. así, el diámetro de la terciaria quedaría:

$$38,62 \text{ mm} \geq \left[\frac{(110 + 48 * 0,25) * 0,375 * 0,464 * 14640^{1,75}}{12} \right]^{-4,75}$$

Se seleccionaría una tubería de (DN 50) PN 0,4 MPa, Dint 44. Que sería la que se emplearía en todas las terciarias de la variedad 'Isis'.

3.3.2. Dimensionamiento terciarias variedad 'Keitt'

Se ha determinado que la terciaria más desfavorable será aquella que alimente al conjunto de plantas superior del gran grupo de árboles de mango 'Keitt' ubicados en la zona norte y superior de esta parcela. Este entorno será alimentado desde un punto central ubicado a una altitud media del mismo.

En este caso, teniendo en cuenta el punto de alimentación (ver plano del sistema de riego), la terciaria más desfavorable de todo el presente plano tendrá las siguientes condicionantes: 40 metros de longitud, con 14 salidas (filas de árboles) con un caudal estimado de 3050 l/h y con una variación de altura máxima de 4 m, desde el punto de alimentación (ascendente)

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

$$29,85 \text{ mm} \geq \left[\frac{(40 + 14 * 0,25) * 0,4 * 0,464 * 3050^{1,75}}{5 - 4} \right]^{-4,75}$$

En este caso se elegiría una terciaria de diámetro nominal 40 mm, Dint 35,2 mm, con una presión nominal de 0,4 MPa. Esta será la tubería que se empleará en todas las terciarias de esta plantación.

2.4. Dimensionamiento de las tuberías secundarias y la principal

Para el dimensionamiento de las tuberías secundarias se debe emplear el caso más desfavorable. Las tuberías secundarias conectarán cada una de los subsectores del riego (toma de las terciarias) con el cabezal del sector.

Para el dimensionamiento de estas conducciones se ha de tener presente la norma fundamental del riego, según la cual la velocidad del agua dentro de las tuberías no superará las 1,5 m/s.

En primer lugar se va a calcular el diámetro para abastecer a los sectores de la variedad 'Keitt' en la parte más alta de la parcela. Teniendo en cuenta que el máximo caudal a llevar es de 7500 l/h ($2,083 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg}$) y en base a la relación:

$$S = \frac{Q}{V}; S = \frac{2,083 * 10^{-3}}{1,5} = 1,388 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

La sección mínima que la tubería debería tener es $1,388 * 10^{-3} \text{ m}^2$, teniendo en cuenta que esta es circular, se traduce en un diámetro de: 42 mm (se seleccionaría 44 mm DN comercial).

Con una longitud máxima de 140 m, y con un total de 5 térs, las pérdidas de carga serán:

Longitudinal máxima:

$$hs = Km * f \left(Re * \frac{k}{D} \right) * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}; 1,2 * 0,015 (1,35 * 10^4 * 9,66 * 10^{-5}) * \frac{140}{0,09} * \frac{1,5^2}{2 * 9,8}$$

$$hs = 3,19$$

$$hf = \Sigma K * \frac{v^2}{2g}; \frac{2,5 * 1,5^2}{2 * 9,8} = 0,28 \text{ mca}$$

Si se seleccionase esta secundaria para las otras variedades ese mismo diámetro

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Si se quisiese emplear la misma tubería para el resto de las variedades, ubicadas en zonas de cota inferior, las pérdidas de carga, empleando las mismas fórmulas, se obtendría una velocidad excesiva, si bien las pérdidas de carga no impedirían el riego. En base a esto, y teniendo en cuenta que las máximas necesidades son de 28800 l/h en el sector 5, se dimensionará con el diámetro mínimo para este.

$$S = \frac{Q}{V}; S = \frac{8,02 * 10^{-3}}{1,5} = 5,346 * 10^{-3} m^2$$

Equivaliendo esto a un diámetro de 82,5 mm, seleccionando 90 mm Dint y 100 DN. El material de la tubería será de PVC.

En el caso más desfavorable

$$hs = Km * f \left(Re * \frac{k}{D} \right) * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}; 1,2 * 0,015(1,22 * 10^4 * 9,77 * 10^{-5}) * \frac{140}{0,09} * \frac{1,26^2}{2 * 9,8}$$

$$hs = 2,5 mca$$

$$hf = \Sigma K * \frac{v^2}{2g}; \frac{2,5 * 1,26^2}{2 * 9,8} = 0,20 mca$$

La tubería primaria se va a dimensionar con el mismo diámetro que la secundaria, debido a que ambas tendrán en común su máximo caudal. El caso más desfavorable de su dimensionamiento es aquella que alimentará a los sectores superiores de 'Keitt'. Con la fórmula anteriormente mostrada, y contando con que la longitud máxima es 100m, las pérdidas de carga acumuladas serán de aproximadamente 1 mca.

3. Diseño del cabezal de riego

3.1. Situación previa

En el emplazamiento elegido para este proyecto ya existe tanto una caseta de riego ya construida en que el tendido eléctrico llega a la misma y cuyas instalaciones se encuentran en condiciones de ser empleadas para esta nueva plantación, a la vez que los depósitos construídos cuentan ya con una conexión con este cabezal de riego previamente existente. Tampoco será necesario ampliar las balsas de riego porque estas tienen una capacidad suficiente para abastecer un riego de ambas variedades el mismo día

Por lo que en este diseño no será necesario la instalación de una toma de corriente o una nueva caseta de riego. Los elementos a introducir en las mismas serán totalmente nuevos al no existir ninguno de ellos en el actual emplazamiento.

3.2. Elementos a instalar

Para el correcto funcionamiento de la instalación de riego que en esta plantación va a existir, se van a instalar una serie de elementos que aseguren el mantenimiento y durabilidad de las mismas. Los elementos necesarios en este cabezal serán:

-Equipo de bombeo: Será el encargado de impulsar el agua a todos los sectores de esta plantación. Tal y como se ha comentado anteriormente en otros puntos, esta va a estar compuesto por dos bombas que van a funcionar de manera independiente, debido a que la gran heterogeneidad en superficie y cota de los sectores diseñados. Una de caudal variable para abastecer a la variedad 'Isis' y otra de altura variable para la variedad 'Keitt'. Las características de ambas bombas serán definidas en otro apartado posterior

-Los filtros de arena son tanques metálicos, o de plástico reforzado, que contienen una capa de arena sujeta por una rejilla que actúa de lecho filtrante. El agua entra a presión por la parte de arriba y va a travesando la capa de arena hasta ser recogida en los colectores de la parte inferior. Estos elementos retienen principalmente partículas orgánicas, como las algas, que pueden tener un papel muy importante en este caso ya que el agua proviene de una balsa. El filtro será de fibra de vidrio reforzada con resina de poliéster, de 900 mm de diámetro, con salida de 3", caudal de 30 m³/h y presión máxima de trabajo de 2,5 bar.

-Filtro de malla: Los filtros de malla son coladores de forma cilíndrica en cuyo interior hay un cartucho de malla a través del cual circula el agua. Su característica principal es la retención de partículas especialmente de origen mineral. La instalación de estos se va a realizar después del sistema de fertirriego, a fin de que pueda retener partículas de fertilizante precipitadas. Para seleccionar el filtro, se debe asegurar que no deje pasar partículas con un tamaño superior a 1/7 del gotero empleado en el sistema de riego. Para los goteros empleados se debería emplear una malla de filtrado de 150 mesh o mayor.

El caudal máximo que atravesará este filtro será de 28 m³/h, pero por motivos de seguridad, se supondrá uno un 15% superior. Teniendo esto en cuenta, así como las áreas de cada uno de los filtros disponibles, y que la velocidad de paso del agua debe estar comprendida entre 0,6 y 0,8 m/s, se empleará una malla de iguales o superiores

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

características a las señaladas en la siguiente tabla, elegido en base a su capacidad de filtro y diámetro de tubería de entrada. Un esquema del filtro a instalará, junto con las dimensiones especificadas por el fabricante también se mostrará a continuación.

Modelo	Conexión	Dimensiones (mm)			Caudal Nominal m ³ /h	Supf. Filtrado cm ²	Peso Kgs
		A	B	C			
FMYR 2" R	2" Rosca	300	260	160	25	0.20	10
FMYR 3" R	3" Rosca	450	340	160	45	0.46	13
FMYR 3"	3" Brida	450	580	160	45	0.72	18
FMYR 4"	4" Brida	600	580	160	70	1.15	23
FMYR 5"	5" Brida	750	750	220	120	1.15	35
FMYR 6"	6" Brida	750	750	270	150	1.15	43
FMYR 8"	8" Brida	800	940	270	190	1.55	53

Tabla 2 características de filtros comerciales de anillas. Fuente: www.materialesriegos.com



Figura 1 filtro de anillas con esquema de las dimensiones mostradas en la tabla anterior. Fuente: www.materialesriegos.com

-Equipo de fertiirrigación: Consiste en un elemento que es capaz de inyectar o enriquecer el agua de riego mediante fertilizantes almacenados en depósitos especiales en estado líquido. El quipo elegido será de tipo inyector, que se encargará de administrar pequeñas cantidades de fertilizante por minuto en función del caudal y las necesidades de fertilizante. Este sistema llevará incorporado una serie de tanques para almacenar los fertilizantes y un programador que controlará el ritmo y la mezcla que se inyectan en la tubería principal.

-Equipos de control y seguridad: Antes y después de cada filtro se instalará una pareja de manómetros a fin de conocer la pérdida de presión que se produce dentro de los mismos, si esta excede ciertos límites se deberá someter a limpieza el filtro en cuestión.

Se debe tener en cuenta que, la existencia de estos equipos en el cabezal de riego producirá una pérdida de carga sobre el agua en circulación, si bien en el caso de los filtros esta puede variar dentro de cierto, en la tabla 3, adjunta a continuación, se resumen las pérdidas de cargas medias que cada uno de los mencionados elementos deberían producir en unas condiciones de funcionamiento normal.

Equipo	Pérdida de carga estimada (mca)
Filtro de malla	1,5
Inyector de fertilizante	2
Filtro de arena	1,75
Suma total	5,25

Tabla 3 pérdida de carga esperada en el cabezal de riego

Estas pérdidas de carga serán tenidas en cuenta en la elección de características de las bombas.

3.3. Características del equipo de impulsión

Como se ha comentado en puntos anteriores, el sistema de riego de la actual parcela va a disponer de dos bombas de impulsión para el riego de cada una de las variedades.

Para el caso de la variedad 'Keitt' se va a instalar una bomba de altura variable, que proporcione aproximadamente el mismo caudal. Para determinar la potencia de la misma, se va a calcular el rango de pérdidas de carga que esta debería superar.

En el cabezal de riego y en las conducciones primarias y secundarias, las pérdidas suman un total de $3,19 + 0,28 + 17$ (altura máxima a superar) + $5,25$ (superar los elementos del cabezal de riego) = $25,72$ mca. Esta presión es la que debería ejercer la bomba para regar los dos sectores de 'Keitt' a mayor altura. En caso de querer regar el sector 6, solo debería superar los elementos de filtrado del cabezal, siendo estos $5,25$ mca.

Además de estas pérdidas de carga, el sistema debe bombear el agua a una presión adecuada para que los emisores puedan emitir el caudal para el que han sido instalados, siendo este 10 mca. En caso de querer regar los sectores inferiores, no será necesario

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

aportar esos 10 mca adicionales, bastaría con 5 mca para superar pérdidas de carga hasta la secundaria.

En este caso, la variación de alturas requeridas por esta bomba será de 10,25 a 35,75 mca. Siendo recomendable elegir una que abarque un rango mayor.

En el caso de la variedad 'Isis' se optará por la instalación de una bomba de caudal variable, en que el caudal emitido por la bomba deberá oscilar entre, al menos 21100 l/h y 28800 l/h.

La altura mínima que esta bomba debe elevar debe ser la suficiente para superar los sistemas de filtrado, la pérdida en las conducciones primarias y secundarias, incluyendo elementos singulares. Lo que hace una suma de: $5,25 + 1,25 = 6,5$ mca. No se han considerado variaciones de altura porque la toma de mayor cota está ubicada a la misma que el cabezal de riego para esta variedad.

Con todo esto, se puede deducir que la mínima presión que esta bomba debería tener (contando con la presión de funcionamiento de los emisores, que es 10 mca, igual que la otra variedad) es 16,5 mca.

Estas dos bombas tendrán un funcionamiento totalmente independiente, y estarán programadas para que mientras una funcione no lo haga la otra. En el propio cabezal de riego, estarán colocadas en paralelo, y una electroválvula abrirá y cerrará la conducción destinada a cada una de ellas según las necesidades de riego.

4. Diseño de sectores y otros elementos del sistema de riego

4.1. Diseño de sectores y su justificación

Al igual que en el diseño de otras plantaciones frutales, en este proyecto, se ha buscado diseñar sectores de riego con un número similar de árboles y que en definitiva, demandasen una misma cantidad (o muy similar de agua).

El principal obstáculo para que esto sucediese ha sido la gran irregularidad de las propias parcelas, condicionadas, en este aspecto, fuertemente por la pendiente y por la existencia de bancales. Como se podrá apreciar en el plano de riego, los caudales elegidos para sector en la variedad Isis varían bastante, lo cual se ha solventado eligiendo una bomba de caudal variable, que permita llevar un caudal diferente según el sector que se desee regar.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

La opción de haber elegido unos sectores mucho más igualados se podría haber traducido en una inversión mucho mayor al haber tenido que crear más zanjas e instalar más metros de conducciones, lo cual a su vez habría dificultado el trazado y en última instancia, los costos de energía de impulsión.

Es por ello que se ha considerado inteligente en este caso la elección realizada. Por otro lado, los caudales empleados para la variedad 'Keitt' no tienen una variación tan alta, por lo que no se estima necesario hacer ningún tipo de obra o inversión adicional.

Para apreciar con más detalle la delimitación de sectores realizada, en el documento de planos, número 4, se aprecia la extensión y distribución de los mismos así como el caudal estimado que tendrá cada sector.

4.2. Elementos complementarios al sistema de riego planteado

Hasta el punto presente de este documento se ha discutido sobre el dimensionamiento y trazado de las conducciones de este sistema de riego. pero, además de estos factores ya tratados, todavía se debe discutir sobre la necesidad de instalar otros elementos.

Dado que la pendiente de esta parcela es elevada y las variaciones de presión que se van a producir, especialmente de cara a aquellos sectores ubicados cerca de la línea de costa puede ser muy acuciante, respecto a la plateada para los goteros, se va a proponer la colocación de válvulas de reducción de presión ajustables a la entrada de cada terciara. Con estos elementos reductores de presión se pretende que la presión del agua de riego en el conjunto de la parcela sea lo más uniforme posible.

Estos elementos no van a ser colocados en todos los inicios de las terciarias, si no en aquellos en que se estime más necesario, tanto en la variedad 'Isis' como en 'Keitt'. La ubicación de los mismos se puede apreciar más detenidamente en el plano del sistema de riego y ha sido estratégicamente elegida para los lugares en que la presión se desvíe de la indicada por las necesidades de los ramales. Una vez se hayan instalado las mismas, se deberá efectuar una prueba de presión para corroborar que se han ajustado correctamente.

Otro elemento que se colocará es varias válvulas de cierre (llaves de paso), las cuales serán las encargadas de cerrar los sectores que no se encuentren en riego en ese momento. La ubicación de las mismas será en la tubería principal y marcará la

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

diferencia entre las tuberías principales y secundarias (aunque tengan el mismo diámetro). Estas válvulas estarán preparadas para ser accionadas de manera autónoma.

Por último, en las cotas más bajas de la plantación se colocarán válvulas de vaciado, a fin de facilitar labores de limpieza y mantenimiento de este sistema de riego.

Por último, se instalarán una serie de sensores de humedad en el suelo que permitan conocer de primera mano las necesidades de riego así como determinar el momento oportuno para regar. Estos serán ubicados estratégicamente en puntos del sector que sean representativos (es decir que la humedad recibida no esté fuera de valor, por estar muy superficial o cerca del inicio del lateral).



**Diseño y establecimiento de una plantación de
mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana
(La Palma)**

**DOCUMENTO I.
MEMORIA**

ANEJO I: ANTECEDENTES

Autor : Sergio Lozano Tórtola

Julio de 2022

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Cuadro de maquinaria.....	3
2. Cuadro de materiales	4
3. Cuadro de mano de obra	9
4. Justificación de precios	10
1 ACTUACIONES PREVIAS	10
2 ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN	12
3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	13
4 Seguridad y Salud	18

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

1. Cuadro de maquinaria					
N.º	Designación	Importe			
		Precio	Cantidad		Total
		(Euros)			(Euros)
1	Tractor de CV que lleva acoplada una barrena giratoria con capacidad de formar agujeros en el suelo para el futuro establecimiento de árboles frutales	31,020	322,500	h	9.997,50
2	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m³.	45,060	291,600	h	13.284,00
3	Martillo neumático.	4,570	1.775,750	h	8.160,95
4	Compresor portátil Diesel media presión 10 m³/min.	7,750	1.625,375	h	12.668,95
5	Tractor guiado con GPS de alta precisión con capacidad de introducir estacas en el suelo	77,950	16,733	ud	1.304,26
6	Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno como comburente.	8,250	1.517,000	h	12.441,50
7	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW de potencia.	3,360	5.912,000	h	20.188,00
8	Tractor agrícola, de 150 CV, equipado con arado de gradas. No incluye el fertilizante empleado	37,300	3,929	h	146,52
9	Tractor agrícola, de 150 CV, equipado con arado de discos	37,300	4,802	h	179,11
10	Tractor agrícola, de 333 kW, equipado con subsolador, de 5,5 m de anchura de trabajo.	55,260	5,602	h	309,62
11	Zanjadora equipada con cadena de cuchillas, de 12 kW.	31,410	200,900	h	6.306,14
	Importe total:				84.986,55

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

2. Cuadro de materiales						
Núm.	Código	Denominación del material	Precio	Cantidad		Total
1	mt47pad110pbb	Equipo de fertiirrigación completo, que incluye tanques de fertilizante, con bombas de inyección y la propia instalación y el ordenador de programación del programa de abonado. También incluye el acople del equipo junto con aproximadamente 1,25 m de tubería de PVC de 90 mm de Diámetro interior.	3.577,000	1,000	Ud	3.577,00
2	mt47ped110p	Filtro de fibra de vidrio reforzada con resina de poliéster, de 900 mm de diámetro, con salida de 2 3", caudal de 30 m ³ /h y presión máxima de trabajo de 2,5 bar	1.815,240	1,000	Ud	1.815,24
3	mt37bce198bba	Grupo de presión de agua, de caudal variable entre 20 y 30 metros cúbicos por hora y con una presión de funcionamiento de 16,5 mca y una potencia de 2,6 KW	1.581,000	1,000	Ud	1.581,00
4	mt47pad110pb	Filtro de malla con conexión de 90 mm a ambos en entrada y salida. Con unión mediante brida y una superficie de filtrado de 0,72 cm ² . Caudal máximo de trabajo de 45 m ³ /h	473,810	1,000	Ud	473,81

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

5	mt37bce180j	Grupo de presión con altura de trabajo variable entre 10 y 40 mca y con un caudal de trabajo entre 6000 y 8000 litros hora de 1,1 kW de potencia.	316,470	1,000	Ud	316,47
6	mt37bce906a	Puesta en marcha de grupo de presión con variador de frecuencia, "EBARA".	120,000	1,000	Ud	120,00
7	mt37bce510a	Juego de 4 amortiguadores de vibraciones para la bancada del grupo de presión, "EBARA".	69,000	1,000	Ud	69,00
8	mt48wwg010a	Arqueta de plástico, con tapa y sin fondo, de 30x30x30 cm, para alojamiento de válvulas en sistemas de riego.	44,470	25,000	Ud	1.111,75
9	mt09mif010ba	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-2,5 (resistencia a compresión 2,5 N/mm ²), suministrado en sacos, según UNE-EN 998-2.	32,930	0,040	t	1,30
10	mt37www050g	Manguito antivibración, de goma, con rosca de 2", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.	28,400	1,000	Ud	28,40
11	mt38ilo530a	Sensor de humedad del suelo	18,000	10,000	Ud	180,00
12	mt37www050c	Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.	16,600	1,000	Ud	16,60
13	mt37sve010e	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/4".	15,250	1,000	Ud	15,25

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

14	mt48ele040c	Electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas, de 90 mm de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, presión máxima de 4 bar.	14,430	3,000	Ud	43,29
15	mt48ele040cbA	Válvula para reguladora de presión para colocar antes del inicio de las terciarias con diámetro de 90 mm y con capacidad de ajuste manual de la presión. Intervalo de trabajo de 5 a 50 mca.	14,430	22,000	Ud	317,46
16	mt37sve010d	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	9,810	1,000	Ud	9,81
17	mt09eap010b	Árbol de variedad Isis con altura aproximada de un metro recibido de vivero en cepellón con injerto de púa terminal. El precio incluye el transporte.	9,000	5.850,000	Ud	52.650,00
18	mt48eap011a	Árbol de variedad Keitt con altura aproximada de un metro recibido de vivero en cepellón con injerto de púa terminal. El precio incluye el transporte.	7,550	4.900,000	Ud	36.995,00
19	mt37svr010c	Válvula de retención de latón para roscar de 1".	5,180	1,000	Ud	5,18

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

20	mt10eap010	Tutor de madera de pino acabada en punta y de planta circular tratada para tener un resistencia más duradera de 180 cm de altura sencilla. El precio incluye la atadura y los clavos, de 15 mm para unir el árbol con el tutor	1,750	10.750,000	Ud	18.812,50
21	mt37www010	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.	1,400	2,000	Ud	2,80
22	mt08aaa010a	Agua.	1,100	274,100	m ³	274,20
23	mt09eap010bb	Fertilizante superfosfato de cal granulado con una composición de un 18% en pentóxido de fósforo y 220% de trióxido de azufre suministrado a granel	0,522	5.092,500	Kg	2.658,29
24	mt48tpg020bzacbc	Tubería de riego por goteo, formada por tubo de polietileno, color negro, de 35,2 mm de diámetro interior. Agujeros para las tuberías ramales con separación constante de 2 m.	0,499	1.834,000	m	917,00
25	mt48tpg020bzacb	Tubería terciaria, formada por tubo de polietileno, color negro, de 35,2 mm de diámetro interior. Agujeros para las tuberías ramales con separación constante de 2 m.	0,499	548,000	m	274,00
26	mt48tpg020bzacbb	Tubería terciaria, formada por tubo de polietileno, color negro, de 35,2 mm de diámetro interior. Agujeros para las tuberías ramales con separación constante de 2 m.	0,467	878,000	m	412,66

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

27	mt48tpg020bacb	Tubería de riego por goteo, formada por tubo de polietileno, color negro, de 17,6 mm de diámetro interior, con goteros integrados, separación constante de emisores de 1 m	0,405	10.202,900	m	4.183,19
28	mt48tpg020bac	Tubería de riego por goteo, formada por tubo de polietileno, color negro, de 13,6 mm de diámetro interior, con goteros integrados, separación de grupos 2,75 m y separación emisores dentro de grupo de 1,25 m.	0,398	48.297,600	m	19.319,04
29	mt35aia010a	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	0,260	20,000	m	5,20
30	mt27wav020a	Estacas de 35 cm de longitud	0,250	21.825,000	Ud	5.456,25
		Total materiales:				151.641,69

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

3. Cuadro de mano de obra						
Núm.	Código	Denominación de la mano de obra	Precio	Horas		Total
1	mo003	Oficial 1ª electricista.	20,480	2,430	h	49,73
2	mo008	Oficial 1ª fontanero.	20,480	666,331	h	13.922,69
3	mo008b	Oficial 1ª fontanero.	20,480	42,380	h	880,20
4	mo019	Oficial 1ª soldador.	20,190	1.517,000	h	30.643,05
5	mo040	Oficial agrario de 1ª	19,930	1.003,624	h	20.072,48
6	mo112	Peón especializado construcción.	19,000	5.695,750	h	108.779,25
7	mo086	Peón agrario	18,920	1.130,150	h	21.470,56
8	mo102	Ayudante electricista.	18,880	0,500	h	9,40
9	mo107	Ayudante fontanero.	18,880	3.236,131	h	61.191,65
10	mo113	Peón ordinario construcción.	18,690	7.941,900	h	147.816,65
11	mo115	Oficiales de 3.ª	18,690	596,000	h	11.109,00
12	mo026	Oficial 1ª marcador	17,540	16,733	h	293,47
13	mo064	Ayudante marcador	16,430	17,460	h	286,93
14	mo029	Oficial 1ª tractorista	13,050	19,935	h	260,16
			Total mano de obra:			416.785,22

4. Justificación de precios

1 ACTUACIONES PREVIAS

Código	Ud	Descripción		Total
1.1 Demoliciones				
1.1.1	m ²	Demolición de forjado de viguetas metálicas y entrevigado de tablero cerámico machihembrado con capa de compresión, realizado con martillo neumático y equipo de oxicorte, previo levantado del pavimento y su base, y carga manual sobre camión o contenedor. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el levantado del pavimento. Incluye: Replanteo de la superficie de forjado a demoler. Demolición del elemento. Fragmentación de los escombros en piezas manejables. Retirada y acopio de escombros. Limpieza de los restos de obra. Carga manual de escombros sobre camión o contenedor.		
	0,050 h	Martillo neumático.	4,570	0,23
	0,050 h	Compresor portátil diésel media presión 10 m ³ /min.	7,750	0,39
	0,050 h	Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno como comburente.	8,250	0,41
	0,050 h	Oficial 1 ^º soldador.	20,190	1,01
	0,050 h	Peón especializado construcción.	19,000	0,95
	0,090 h	Peón ordinario construcción.	18,690	1,68
	2,000 %	Costes directos complementarios	4,670	0,09
		3,000 % Costes indirectos	4,760	0,14
		Precio total por m²		4,90
1.1.2	m ³	Demolición de estructuras de hormigón armado, con medios manuales, martillo neumático y equipo de oxicorte, y carga manual sobre camión o contenedor. Incluye: Demolición del elemento. Corte de las armaduras. Fragmentación de los escombros en piezas manejables. Retirada y acopio de escombros. Limpieza de los restos de obra. Carga manual de escombros sobre camión o contenedor.		
	3,000 h	Martillo neumático.	4,570	13,71
	1,500 h	Compresor portátil diésel media presión 10 m ³ /min.	7,750	11,63
	1,200 h	Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno como comburente.	8,250	9,90
	1,200 h	Oficial 1 ^º soldador.	20,190	24,23
	3,000 h	Peón especializado construcción.	19,000	57,00
	2,000 h	Peón ordinario construcción.	18,690	37,38
	2,000 %	Costes directos complementarios	153,850	3,08
		3,000 % Costes indirectos	156,930	4,71
		Precio total por m³		161,64
1.1.3	m ²	Demolición de estructuras de hormigón y ladrillo de menos de 3m de altura y sin forjado metálico. Incluye la retirada de los residuos y otros elementos procedentes de la demolición como plásticos.		
	0,450 h	Martillo neumático.	4,570	2,06
	0,225 h	Compresor portátil diésel media presión 10 m ³ /min.	7,750	1,74
	0,450 h	Peón especializado construcción.	19,000	8,55
	0,300 h	Peón ordinario construcción.	18,690	5,61
	2,000 %	Costes directos complementarios	17,960	0,36
		3,000 % Costes indirectos	18,320	0,55
		Precio total por m²		18,87

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

1.2 Limpieza del terreno

1.2.1	m²	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 15 cm; y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados. Incluye: Replanteo en el terreno. Corte de arbustos. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión.		
0,020	h	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW de potencia.	3,360	0,07
0,009	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m ³ .	45,060	0,41
0,036	h	Peón ordinario construcción.	18,690	0,67
2,000	%	Costes directos complementarios	1,150	0,02
		3,000 % Costes indirectos	1,170	0,04
Precio total por m²				1,21

1.3 Arranque de plataneras

1.3.1	m²	Eliminación de plataneras incluyendo los hijuelos, con motosierra, Incluso recogida de la broza generada y carga sobre contenedor. Incluye: Protección y señalización de los espacios afectados. Arranque de arbustos y hierbas. Recogida de la broza generada. Carga sobre contenedor. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.		
0,047	h	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW de potencia.	3,360	0,16
0,035	h	Peón especializado construcción.	19,000	0,67
0,035	h	Peón ordinario construcción.	18,690	0,65
2,000	%	Costes directos complementarios	1,480	0,03
		3,000 % Costes indirectos	1,510	0,05
Precio total por m²				1,56

1.4 Adecuación del suelo del entorno

1.4.1	ha	Subsolado del terreno medio, con medios mecánicos, mediante tractor agrícola equipado con subsolador, alcanzando una profundidad de entre 50 y 80 cm. Incluye: Subsulado del terreno. Señalización y protección del terreno. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.		
0,385	h	Tractor agrícola, de 333 kW, equipado con subsolador, de 5,5 m de anchura de trabajo.	55,260	21,28
0,770	h	Oficial Tractorista	13,050	10,05
2,000	%	Costes directos complementarios	31,330	0,63
		3,000 % Costes indirectos	31,960	0,96
Precio total por ha				32,92

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

1.4.2	ha	Arado del terreno suelto o compacto, hasta una profundidad de 20 cm, con medios mecánicos, mediante tractor agrícola equipado con arado de discos para igualar el terreno desmenuzar las partículas de mayor tamaño. Incluye: Laboreo del terreno. Señalización y protección del terreno. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.		
	0,330 h	Tractor agrícola, de 150 CV, equipado con arado de discos	37,300	12,31
	0,330 h	Oficial Tractorista	13,050	4,31
	3,000 %	Costes directos complementarios	16,620	0,50
		3,000 % Costes indirectos	17,120	0,51
Precio total por ha				17,63

2 ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

Código	Ud	Descripción	Total
2.1 Abonado de fondo			
2.1.1	ha	Pase de tractor de 150 CV de potencia con abonadora centrífuga en terrenos con un pendiente media del 10% y con una capacidad de tolva de 13 tn.	
	350,000 Kg	Fertilizante 'Superfosfato de cal'	0,522 182,70
	0,270 h	Tractor agrícola, de 150 CV, equipado con abonadora centrífuga	37,300 10,07
	0,270 h	Oficial Tractorista	13,050 3,52
	3,000 %	Costes directos complementarios	196,290 5,89
		3,000 % Costes indirectos	202,180 6,07
Precio total por ha			208,25

2.2 Replanteo y Marqueo

2.2.1	Ha	Replanteo con tractor guiado mediante GPS de alta precisión que introduce estacas en el suelo a medida que avanza. El precio y el rendimiento se han ajustado a una densidad de plantación de entre 1000 y 2000 árboles por hectárea. En este caso se considerará igual el rendimiento para la colocación de las estacas en ambas variedades.	
	1.500,000 Ud	Estacas de 35 cm de longitud	0,250 375,00
	1,150 h	Oficial 1º marcador	17,540 20,17
	1,200 h	Ayudante marcador	16,430 19,72
	1,150 ud	Tractor guiado con GPS de alta presión con capacidad de introducir estacas en el suelo	77,950 89,64
	2,000 %	Costes directos complementarios	504,530 10,09
		3,000 % Costes indirectos	514,620 15,44
Precio total por Ha			530,06

2.3 Realización de hoyos para colocar los árboles

2.3.1	Ud	Apertura de hoyos de 30 cm de diámetro y 45 cm de profundidad mediante barrena ahoyadura	
	0,030 h	Tractor de CV que lleva acoplada una barrena giratoria con capacidad de formar agujeros en el suelo	31,020 0,93
	0,041 h	Oficial agrario de 1º	19,930 0,82
	0,041 h	Peón agrario	18,920 0,78
	2,000 %	Costes directos complementarios	2,530 0,05
		3,000 % Costes indirectos	2,580 0,08
Precio total por Ud			2,66

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

2.4 Plantación de los árboles de mango

2.4.1	Ud	Plantación de árbol de mango de la variedad Isis ya injertado en vivero mediante púa terminal. El tamaño estimado del árbol se estima en 1 metro de altura suministrado en cepellón		
	0,030 m³	Agua.	1,100	0,03
	1,000 Ud	Árbol de mango variedad 'Isis'	9,000	9,00
	1,000 Ud	Tutor de madera de 180 cm de altura	1,750	1,75
	0,050 h	Oficial agrario de 1º	19,930	1,00
	0,050 h	Peón agrario	18,920	0,95
	0,060 h	Oficiales de 3.º	18,690	1,12
	2,000 %	Costes directos complementarios	13,850	0,28
		3,000 % Costes indirectos	14,130	0,42
Precio total por Ud				14,55

2.4.2	Ud	Plantación de árbol de mango de la variedad Keitt ya injertado en vivero mediante púa terminal. El tamaño estimado del árbol se estima en 1 metro de altura suministrado en cepellón		
	0,020 m³	Agua.	1,100	0,02
	1,000 Ud	Árbol de mango variedad 'Keitt'	7,550	7,55
	1,000 Ud	Tutor de madera de 180 cm de altura	1,750	1,75
	0,040 h	Oficial agrario de 1º	19,930	0,80
	0,040 h	Peón agrario	18,920	0,76
	0,050 h	Oficiales de 3.º	18,690	0,93
	2,000 %	Costes directos complementarios	11,810	0,24
		3,000 % Costes indirectos	12,050	0,36
Precio total por Ud				12,41

3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

Código	Ud	Descripción	Total
3.1 Secundaria y principal			
3.1.1	m	Excavación de zanjas para alojamiento de la red de riego, de hasta 20 cm de anchura y 50 cm de profundidad, con medios mecánicos y tapado manual de la misma. Incluye la introducción de una tubería portaramales de 90 mm de diámetro interior de PVC de forma manual Incluye: Replanteo en el terreno. Situación de los puntos topográficos. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras.	
	1,000 m	Tubería de riego por goteo, formada por tubo de polietileno, color negro, de 35,2 mm de diámetro interior	0,499
	0,066 h	Zanjadora equipada con cadena de cuchillas, de 12 kW.	31,410
	0,032 h	Oficial agrario de 1º	19,930
	0,013 h	Oficial 1º fontanero.	20,480
	0,066 h	Peón agrario	18,920
	2,000 %	Costes directos complementarios	4,730
		3,000 % Costes indirectos	4,820
Precio total por m			4,96

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

3.2 Terciaria

3.2.1	m	Excavación de zanjas para alojamiento de la red de riego, de hasta 20 cm de anchura y 50 cm de profundidad, con medios mecánicos y tapado manual de la misma. Incluye la introducción de una tubería portaramales de 44 mm de diámetro interior de polietileno Incluye: Replanteo en el terreno. Situación de los puntos topográficos. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras.		
1,000	m	Tubería de riego terciaria formada por tubo de polietileno, color negro, de 35,2 mm de diámetro interior	0,467	0,47
0,056	h	Zanjadora equipada con cadena de cuchillas, de 12 kW.	31,410	1,76
0,011	h	Oficial agrario de 1ª	19,930	0,22
0,013	h	Oficial 1ª fontanero.	20,480	0,27
0,056	h	Peón agrario	18,920	1,06
2,000	%	Costes directos complementarios	3,780	0,08
		3,000 % Costes indirectos	3,860	0,12
Precio total por m				3,98

3.2.2	m	Excavación de zanjas para alojamiento de la red de riego, de hasta 20 cm de anchura y 50 cm de profundidad, con medios mecánicos y tapado manual de la misma. Incluye la introducción de una tubería portaramales de 35,2 mm de diámetro interior de polietileno Incluye: Replanteo en el terreno. Situación de los puntos topográficos. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras.		
1,000	m	Tubería terciaria, formada por tubo de polietileno, color negro, de 35,2 mm de diámetro interior	0,499	0,50
0,056	h	Zanjadora equipada con cadena de cuchillas, de 12 kW.	31,410	1,76
0,011	h	Oficial agrario de 1ª	19,930	0,22
0,013	h	Oficial 1ª fontanero.	20,480	0,27
0,056	h	Peón agrario	18,920	1,06
2,000	%	Costes directos complementarios	3,810	0,08
		3,000 % Costes indirectos	3,890	0,12
Precio total por m				4,01

3.3 Laterales

3.3.1	m	Tubería de riego por goteo, formada por tubo de polietileno, color negro, de 13,6 mm de diámetro interior, con goteros integrados, separación de grupos 2,75 m y separación emisores dentro de grupo de 1,25 m. Incluso accesorios de conexión. Totalmente montada, conexionada y probada. Incluye: Replanteo y trazado. Colocación de la tubería.		
1,000	m	Tubería de riego por goteo, formada por tubo de polietileno, color negro, de 13,6 mm de diámetro interior, con goteros integrados, separación de grupos 2,75 m y separación emisores dentro de grupo de 1,25 m.	0,398	0,40
0,011	h	Oficial 1ª fontanero.	20,480	0,23
0,055	h	Ayudante fontanero.	18,880	1,04
2,000	%	Costes directos complementarios	1,670	0,03
		3,000 % Costes indirectos	1,700	0,05
Precio total por m				1,75

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

3.3.2	m	Tubería de riego por goteo, formada por tubo de polietileno, color negro, de 17,6 mm de diámetro interior, con goteros integrados, separación constante de emisores de 1 m. Incluso accesorios de conexión. Totalmente montada, conexiónada y probada. Incluye: Replanteo y trazado. Colocación de la tubería.		
	1,000 m	Tubería de riego por goteo, formada por tubo de polietileno, color negro, de 17,6 mm de diámetro interior, con goteros integrados, separación constante de emisores de 1 m	0,405	0,41
	0,011 h	Oficial 1º fontanero.	20,480	0,23
	0,055 h	Ayudante fontanero.	18,880	1,04
	2,000 %	Costes directos complementarios	1,680	0,03
		3,000 % Costes indirectos	1,710	0,05
		Precio total por m		1,76

3.4 Instalación de válvulas de cierre y reguladoras de presión

3.4.1	Ud	Electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas, de 90 mm de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, presión máxima de 8 bar, con arqueta de plástico provista de tapa. Incluso accesorios de conexión a la tubería de abastecimiento y distribución, excavación y relleno posterior. Totalmente montada y conexiónada. Incluye: Replanteo de la arqueta. Excavación con medios manuales. Colocación de la arqueta prefabricada. Alojamiento de la electroválvula. Realización de conexiones hidráulicas de la electroválvula a la tubería de abastecimiento y distribución. Conexión eléctrica con el cable de alimentación.		
	1,000 Ud	Electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas, de 90 mm de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, presión máxima de 8 bar.	14,430	14,43
	1,000 Ud	Arqueta de plástico, con tapa y sin fondo, de 30x30x30 cm, para alojamiento de válvulas en sistemas de riego.	44,470	44,47
	0,220 h	Oficial 1º fontanero.	20,480	4,51
	0,220 h	Ayudante fontanero.	18,880	4,15
	0,110 h	Oficial 1º electricista.	20,480	2,25
	2,000 %	Costes directos complementarios	69,810	1,40
		3,000 % Costes indirectos	71,210	2,14
		Precio total por Ud		73,35

3.4.2	Ud	Electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas, de 90 mm de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, presión máxima de 8 bar, con arqueta de plástico provista de tapa. Incluso accesorios de conexión a la tubería de abastecimiento y distribución, excavación y relleno posterior. Totalmente montada y conexiónada. Incluye: Replanteo de la arqueta. Excavación con medios manuales. Colocación de la arqueta prefabricada. Alojamiento de la electroválvula. Realización de conexiones hidráulicas de la electroválvula a la tubería de abastecimiento y distribución. Conexión eléctrica con el cable de alimentación.		
	1,000 Ud	Válvula reguladora de presión para colocar antes del inicio de las terciarias con diámetro de 90 mm y con capacidad de ajuste manual de la presión.	14,430	14,43
	1,000 Ud	Arqueta de plástico, con tapa y sin fondo, de 30x30x30 cm, para alojamiento de válvulas en sistemas de riego.	44,470	44,47
	0,220 h	Oficial 1º fontanero.	20,480	4,51
	0,220 h	Ayudante fontanero.	18,880	4,15
	3,000 %	Costes directos complementarios	67,560	2,03
		3,000 % Costes indirectos	69,590	2,09
		Precio total por Ud		71,68

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

3.5 Instalación de los elementos del cabezal de riego

3.5.1	Ud	<p>Grupo de presión de agua, de accionamiento regulable mediante tecnología Inverter, modelo HIDRO-INVERTER AP-HI-A/8 "EBARA", formado por: una bomba centrífuga multicelular, con una potencia de 0,6 kW, cuerpos de aspiración e impulsión y contrabridas de hierro fundido, eje y camisa externa de acero inoxidable, impulsores de policarbonato con fibra de vidrio, cierre mecánico, motor asíncrono de 2 polos, eficiencia IE3, aislamiento clase F, protección IP44, para alimentación monofásica a 230 V, equipo de regulación y control con variador de frecuencia (presión constante), unidad de control Hidro-Inverter con pantalla LCD (manómetro digital), pulsador para el control manual de las bombas, sistemas de protección, función de rearme automático, indicadores luminosos de tensión, funcionamiento y fallo de las bombas y teclado de acceso a menú de programación, bancada metálica, válvulas de corte, antirretorno y de aislamiento, manómetro, presostato, depósito de membrana, de chapa de acero de 20 l. Incluso tubos entre los distintos elementos y accesorios. Totalmente montado, conexión y puesto en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento. Sin incluir la instalación eléctrica.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación del depósito. Colocación y fijación del grupo de presión. Colocación y fijación de tuberías y accesorios. Conexiones de la bomba con el depósito. Conexión. Puesta en marcha.</p>		
1,000	Ud	Grupo de presión de agua, de caudal variable entre 20 y 30 metros cúbicos por hora y con una presión de funcionamiento de 16,5 mca y una potencia de 2,6 KW	1.581,000	1.581,00
1,000	Ud	Manguito antivibración, de goma, con rosca de 2", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.	28,400	28,40
1,000	Ud	Juego de 4 amortiguadores de vibraciones para la bancada del grupo de presión, "EBARA".	69,000	69,00
1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.	1,400	1,40
1,000	Ud	Puesta en marcha de grupo de presión con variador de frecuencia, "EBARA".	120,000	120,00
3,995	h	Oficial 1º fontanero.	20,480	81,82
1,998	h	Ayudante fontanero.	18,880	37,72
4,000	%	Costes directos complementarios	1.919,340	76,77
		3,000 % Costes indirectos	1.996,110	59,88
Precio total por Ud				2.055,99

3.5.2	Ud	<p>Grupo de presión de agua, para suministro de agua en aspiración con carga, formado por: electrobomba centrífuga monocelular horizontal de hierro fundido, con una potencia de 1,1 kW</p>		
1,000	Ud	Grupo de presión con altura de trabajo variable entre 10 y 40 mca y con un caudal de trabajo entre 6000 y 8000 litros hora de 1,1 kW de potencia.	316,470	316,47
1,000	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/4".	15,250	15,25
1,000	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	9,810	9,81
1,000	Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 1".	5,180	5,18
1,000	Ud	Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.	16,600	16,60
1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.	1,400	1,40
4,450	h	Oficial 1º fontanero.	20,480	91,14
2,225	h	Ayudante fontanero.	18,880	42,01
4,000	%	Costes directos complementarios	497,860	19,91
		3,000 % Costes indirectos	517,770	15,53
Precio total por Ud				533,30

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

3.5.3	Ud	Filtro de fibra de vidrio reforzada con resina de poliéster, de 900 mm de diámetro, con dos salidas de 2 1/2", caudal de 30 m³/h y presión máxima de trabajo de 2,5 bar. Incluso tapa de poliéster. Incluye: Replanteo. Colocación del filtro. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.		
	1,000 Ud	Filtro de fibra de vidrio reforzada con resina de poliéster, de 900 mm de diámetro, con salida de 2 3", caudal de 30 m³/h y presión máxima de trabajo de 2,5 bar, incluso tapa de poliéster.	1.815,240	1.815,24
	2,210 h	Oficial 1º fontanero.	20,480	45,26
	2,210 h	Ayudante fontanero.	18,880	41,72
	2,000 %	Costes directos complementarios	1.902,220	38,04
		3,000 % Costes indirectos	1.940,260	58,21
		Precio total por Ud		1.998,47
3.5.4	Ud	Instalación de filtro de malla con conexión de 90 mm a ambos en entrada y salida. Con unión mediante brida y una superficie de filtrado de 0,72 cm². Caudal máximo de trabajo de 45 m³/h		
	1,000 Ud	Filtro de malla con conexión de 90 mm a ambos en entrada y salida. Con unión mediante brida y una superficie de filtrado de 0,72 cm². Caudal máximo de trabajo de 45 m³/h	473,810	473,81
	1,770 h	Oficial 1º fontanero.	20,480	36,25
	1,770 h	Ayudante fontanero.	18,880	33,42
	2,500 %	Costes directos complementarios	543,480	13,59
		3,000 % Costes indirectos	557,070	16,71
		Precio total por Ud		573,78
3.5.5	Ud	Equipo de fertirrigación completo, que incluye tanques de fertilizante, con bombas de inyección y la propia instalación y el ordenador de programación del programa de abonado. También incluye el acople del equipo junto con aproximadamente 1,25 m de tubería de PVC de 90 mm de Diámetro interior. Incluye instalación eléctrica asociada el mismo.		
	1,000 Ud	Equipo de fertirrigación completo, que incluye tanques de fertilizante, con bombas de inyección y la propia instalación y el ordenador de programación del programa de abonado.	3.577,000	3.577,00
	4,900 h	Oficial 1º fontanero.	20,480	100,35
	4,900 h	Ayudante fontanero.	18,880	92,51
	1,000 h	Oficial 1º electricista.	20,480	20,48
	2,500 %	Costes directos complementarios	3.790,340	94,76
		3,000 % Costes indirectos	3.885,100	116,55
		Precio total por Ud		4.001,65

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

3.6 Otros

3.6.1	Ud	Sensor de humedad para el suelo		
1,000	Ud	Sensor de humedad del suelo	18,000	18,00
2,000	m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	0,260	0,52
0,060	m³	Agua.	1,100	0,07
0,004	t	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-2,5 (resistencia a compresión 2,5 N/mm²), suministrado en sacos, según UNE-EN 998-2.	32,930	0,13
0,050	h	Ayudante electricista.	18,880	0,94
0,110	h	Oficial 1ª electricista.	20,480	2,25
2,000	%	Costes directos complementarios	21,910	0,44
		3,000 % Costes indirectos	22,350	0,67
Precio total por Ud				23,02

4 Seguridad y Salud

Código	Ud	Descripción	Total	
4.1	Ud	Conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.		
		Sin descomposición		975,000
		3,000 % Costes indirectos	975,000	29,25
Precio total redondeado por Ud				1.004,25
4.2	Ud	Conjunto de pruebas y ensayos, realizados por un laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente. Criterio de valoración económica: El precio incluye el alquiler, construcción o adaptación de locales para este fin, el mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y la demolición o retirada final. Criterio de medición de proyecto: Pruebas y ensayos a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.		
		Sin descomposición		775,000
		3,000 % Costes indirectos	775,000	23,25
Precio total redondeado por Ud				798,25
4.3	Ud	Partida destinada a los posibles sobrecostes generados por la gestión de residuos inesperados que puedan surgir durante la obra		
		Sin descomposición		1.616,505
		3,000 % Costes indirectos	1.616,505	48,50
Precio total redondeado por Ud				1.665,00



**Diseño y establecimiento de una plantación de
mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana
(La Palma)**

**DOCUMENTO I.
MEMORIA**

**ANEJO VIII:
PROGRAMACIÓN DE LA
EJECUCIÓN DEL
PROYECTO**

Autor : Sergio Lozano Tórtola

Julio de 2022

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introducción.....	3
2. Programación de las actividades	4
2.1. Introducción.....	4
2.2. Labores de establecimiento de la plantación	4
3. Duración de las actividades	5
4. Resumen de la organización de actividades.....	7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Gantt del proyecto	9
---	---

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 consumo de tiempo y de recursos humanos de las actividades programadas para este proyecto	6
Tabla 2 Duración de actividades y relaciones de prioridad entre las mismas	8

1. Introducción

En el presente documento se va a exponer la duración estimada de cada una de las actividades que son necesarias para el establecimiento de esta plantación así como el orden de las mismas en función de las relaciones que se establezcan entre cada una de ellas.

La programación de la duración de las obras es una parte fundamental del proyecto debido a que, con el objetivo de los árboles estén sobre el terreno en el momento deseado, todas las obras que preceden a la implantación de los mismos sobre el terreno deben finalizarse en un periodo de tiempo razonable.

Esto es debido a que algunas actividades no deben prolongarse demasiado en el tiempo ya que podrían interferir con labores posteriores. Si por ejemplo la instalación del sistema de riego se prolonga mucho en el tiempo, los factores climáticos pueden interferir sobre el desarrollo de estas labores (lluvias excesivas, olas de calor, etc.).

En el caso concreto de esta plantación, la fecha concreta en que deberá estar ya finalizada será la que va a marcar el desarrollo de todas las actividades de este proyecto en duración. Esto es importante porque se ha elegido una fecha en que los árboles se planten en una fecha de poco desarrollo vegetativo, como es el final del verano.

Esta elección resulta bastante conveniente, porque además obligará a las actividades previas a ser efectuadas en verano, un periodo en que hay pocas precipitaciones, lo cual es un aspecto bastante positivo pues no va a obligar a detener las obras. En el caso concreto de la zona elegida, las temperaturas en el mes de verano no son excesivamente altas, lo cual tampoco se traducirá en problemas de seguridad y salud para los trabajadores o las actividades a realizar.

Para la definición del momento en que estas actividades se lleven a cabo, al final del presente documento se va a mostrar un calendario mostrando la ocupación de cada una de las actividades a lo largo de los meses. Aunque en el mismo se ha elegido como fecha de recepción de la obra el 25 de septiembre, esta, a efectos prácticos, puede ser flexible, no recomendando su demora o adelanto más de 15 días. Al final del propio documento se va a mostrar un diagrama de Gantt que muestre las relaciones de precedencia. Para la determinación de la duración de las obras, se ha calculado, en base a los rendimientos, la duración que estas deberían tener en el siguiente punto.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Las especificaciones que no aparezcan en este anejo deberán ser consultadas en cada uno de los anejos correspondientes o en el Pliego de condiciones.

2. Programación de las actividades

2.1. Introducción

Tal y como se ha comentado en la introducción del presente documento, las actividades que se van a realizar en estas obras van a estar plenamente marcadas por el momento en que los árboles deben estar sobre el terreno.

En este apartado se va a clarificar cual va a ser la relación de precedencia entre todas y cada una de las actividades a realizar para el establecimiento de esta plantación, en el siguiente, se calculará la duración de las mismas, para concluir con un calendario estimado de estas operaciones.

La actividad que determina, por encima de todas, los tiempos y fechas en la ejecución de este proyecto es la plantación en sí, que debe estar ya finalizada para, aproximadamente el día 25 de septiembre, coincidiendo con el final del verano, aunque como se ha dicho, a efectos de obra, esta fecha será bastante flexible.

2.2. Labores de establecimiento de la plantación

Tal y como se comentó en el anejo IV, en el terreno actual, hay parcelas con diferentes estados (abandono, con cubiertas, con platanera).

De las actividades de adecuación de todos y cada una de estos terrenos, lo que importa es que todas ellas finalicen al mismo tiempo, si es posible, de tal manera que las actividades posteriores se puedan iniciar sin problema alguno.

Una vez se hayan finalizado todas estas actividades, se iniciaría la labor de subsolado. Es muy recomendable que esta sea llevada a cabo en un momento en que el suelo esté seco, es decir, en los meses de verano, en que las precipitaciones son mucho menos abundantes.

El pase de arado de gradas, posterior a esta, no tiene unos requerimientos tan específicos, aunque sí es más apropiado que el suelo tenga más humedad para que se pueda realizar con una mayor calidad, no obstante, teniendo en cuenta que esta labor se debe hacer a los pocos días de finalizarse el subsolado, no será tampoco decisiva en la determinación de las fechas de otras actividades.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Tras esta labor se efectuará el abonado de fondo, para posteriormente dar paso a las labores de replanteo y marqueo.

Pero antes de efectuar esta última operación, es de vital importancia haber instalado ya todas las tuberías de riego secundarias y terciarias, ya que de no ser así, la soterración de las mismas con las estacas podría descolocar las mimas, asimismo, con agujeros de plantación ya realizados, el riesgo de desprendimiento de tierra en el mismo o su deformación serán altamente probables, aunque el trazado haya evitado estos encuentros. Es por ello que este será otro condicionante claro en el orden de prioridad de las obras.

Una vez se haya finalizado con la instalación de estas tuberías ya se podrá llevar a cabo las labores de replanteo y arqueo e inmediatamente después la apertura de hoyos para la plantación, que se recomienda estén abiertos 10 días antes de la recepción de las plantas.

El cabezal de riego, con todos sus elementos, deberá ser instalado antes de la finalización de la instalación de toda la red principal de riego.

Las plantación propiamente dicha será llevada a cabo en las fechas indicadas, una vez finalizada, ya solo quedaría instalar las tuberías portar ramales una vez finalizada la plantación. Se recomienda que se haga lo antes posible, aunque ya en el mes de septiembre y octubre la época de precipitaciones se inicia y la planta ya no necesita tanta dependencia del riego, las fechas de instalación de este sistema podrán ser mas o menos flexibles, según las necesidades hídricas y la previsión del tiempo en el momento de poner los árboles sobre el terreno.

Antes de finalización de la instalación de las tuberías portagotos, se deberían instalar los sensores de humedad, aunque en esta actividad también hay relativa flexibilidad pudiéndose hacer en cualquier momento después de la plantación.

3. Duración de las actividades

Para determinar la duración de las actividades, se han empleado los rendimientos y unidades empleados en el presupuesto. La duración de estas actividades se ha calculado multiplicando la medición tomada entre el rendimiento de trabajo de dicha actividad.

En la tabla 1, adjunta a continuación, se muestran todos los datos de rendimiento y mediciones recogidas en el presupuesto y necesarias para el cálculo de las horas que cada labor requiere.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

En cabeza de cada columna se muestran los distintos elementos que han sido necesarios para el cálculo.

Actividad	Unidad	Medida	Rendimiento (hora/ud)	Tiempo Total (h)	Duración (horas)	Número de equipos
Desmantelamiento estructuras	m ²	29500	0,09	2655	-	15
Demoliciones	-	-	-	12	-	1
Desbroce (zonas abandonadas)	m ²	32400	0,036	1166,4	106	11
Eliminación plataneras	m ²	112000	0,035	3920	20	196
Subsolado	ha	14,55	0,385	5,6	-	-
Pase de gradas	ha	14,55	0,35	5,1	-	-
Abonado de fondo	ha	14,55	0,3	4,4	-	1
Replanteo y marqueo	ha	14,55	1,2	17,5	8,8	2
Apertura de hoyos	ud	10750	0,051	548	54,8	10
Plantación variedad 'Isis'	ud	5850	0,06	351	21,9	16
Plantación variedad 'Keitt'	ud	4900	0,05	245	20,4	12
Instalación tubería secundaria y principal	m	1834	0,066	121	30,2	4
Instalación tubería terciaria (ambas variedades)	m	1426	0,056	79,85	16	5
Instalación tuberías laterales (ambas variedades)	m	58499	0,055	3217	128,7	25
Instalación electroválvulas y de control de presión	ud	25	0,22	5,1	-	1
Instalación de cabezal de riego	-	-	-	18	-	1
Instalación de sensores y otros elementos	-	-	-	3	-	1

Tabla 1 consumo de tiempo y de recursos humanos de las actividades programadas para este proyecto

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

El apartado medida (la cantidad de factor a consumir para completar la actividad), al multiplicarlo por el rendimiento se obtiene el tiempo total de trabajo que será necesario para completar esta labor. Este tiempo es el que teóricamente un único equipo de personas tardaría en completarlo, dado que en muchos casos es excesivo, con la contratación de más equipos (última columna) se reduce proporcionalmente el tiempo necesario para que la actividad se complete (Duración).

Con los datos aquí planteados, que han sido calculados en base a los tiempos necesarios para que la plantación esté plenamente establecida en la fecha fijada, se ha conseguido definir la programación necesaria para que este proyecto sea llevado en un plazo razonable de tiempo.

Aunque se contrate a un mayor número de equipos, el efecto sobre el presupuesto no cambia, pues es incremento de coste por cada hora se ve reducido en la misma proporción al recortarse el tiempo necesario en esa misma medida.

4. Resumen de la organización de actividades

Con todo lo dicho anteriormente, se procede a mostrar en resumen una tabla y un gráfico de Gantt, destacando la relación de precedencia de las diversas actividades entre sí.

Para este proyecto, se ha supuesto que la ejecución se llevaría a cabo el mismo año en que este documento fue escrito, 2022. Será decisión del promotor llevarlo a cabo el mencionado año o en los sucesivos, según estime él oportuno.

En caso de ser así, debería ponerse o bien en contacto con la dirección de obra o el proyectista para recalcular la duración y fechas de algunas de las actividades debido al carácter cambiante del calendario así como un posible cambio en los rendimientos de trabajo mostrados en apartados anteriores del presente documento.

A continuación, en la tabla 2, se mostrará la relación de comienzo entre actividades junto con las fechas de calendario, calculados teniendo en cuenta festivos locales, una jornada de 8 horas/día y sábados y domingos como días no laborables.

En la imagen 1 se mostrará de forma gráfica tanto esta duración como un diagrama de Gantt.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1		Desmantelamiento estructuras	177 horas	mié 13/07/22	vie 12/08/22	5FF
2		Demoliciones	12 horas	mié 10/08/22	vie 12/08/22	5FF
3		Desbroce (zonas abandonadas)	106 horas	mar 26/07/22	vie 12/08/22	5FF
4		Eliminación plataneras	196 horas	jue 07/07/22	mié 10/08/22	5CF-1 día
5		Subsolado	5,6 horas	jue 11/08/22	vie 12/08/22	6CF-4 días
6		Pase de Gradadas	5,1 horas	jue 18/08/22	jue 18/08/22	7CF-2 días
7		Abonado de fondo	4,4 horas	lun 22/08/22	mar 23/08/22	8CF-3 días
8		Replanteo y marqueo	8,8 horas	vie 26/08/22	lun 29/08/22	9CF
9		Apertura de hoyos	54,8 horas	lun 29/08/22	mié 07/09/22	10CF-10 días;11C
10		Plantación variedad 'Isis'	21,9 horas	mié 21/09/22	vie 23/09/22	
11		Plantación variedad 'Keitt'	20,4 horas	mié 21/09/22	vie 23/09/22	
12		Instalación tubería secundaria y principal	30,25 horas	mar 23/08/22	lun 29/08/22	13CF
13		Instalación tubería terciaria (ambas variedades)	16 horas	lun 29/08/22	mié 31/08/22	8
14		Instalación tuberías laterales (ambas variedades)	107,2 horas	mar 27/09/22	vie 14/10/22	11FC+1 día;10FC+1 día
15		Instalación electroválvulas y de control de presión	5,1 horas	vie 26/08/22	lun 29/08/22	12FF
16		Instalación de cabezal de riego	18 horas	mar 23/08/22	jue 25/08/22	12FF-2 días
17		Instalación de sensores y otros elementos	3 horas	vie 26/08/22	vie 26/08/22	12FF-1 día

Tabla 2 Duración de actividades y relaciones de prioridad entre las mismas

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

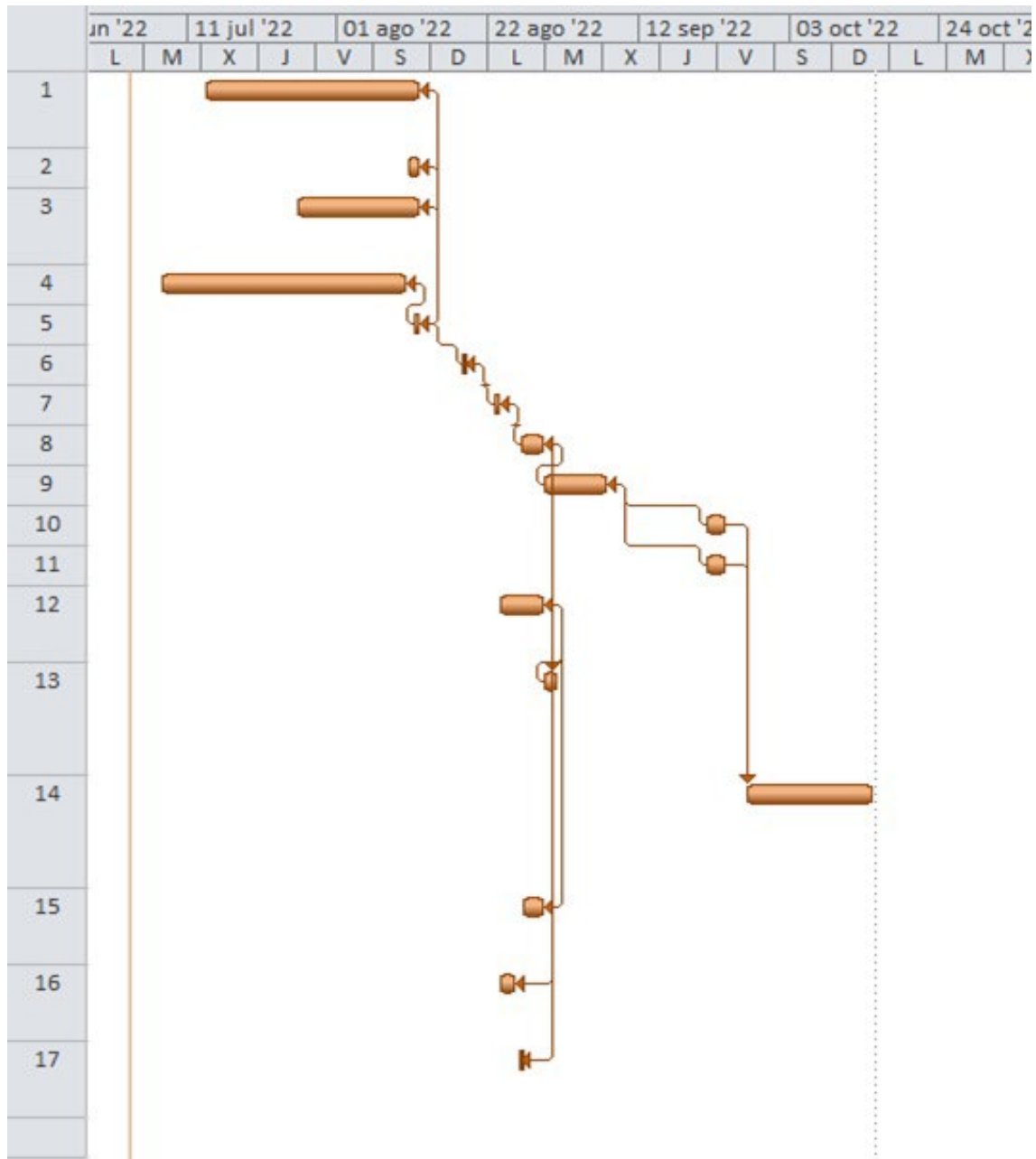


Figura 1 Diagrama de Gantt del proyecto



**Diseño y establecimiento de una plantación de
mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana
(La Palma)**

**ANEJO IX: ESTUDIO
FINANCIERO DEL
PROYECTO**

Autor : Sergio Lozano Tórtola

Julio de 2022

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introducción.....	3
2. Costes del cultivo por actividad y año	3
3. Inversión total inicial	7
4. Ingresos brutos de la explotación.....	7
5. Análisis de rentabilidad	8
5.1. Cálculo del VAN	8
5.2. Cálculo de la TIR.....	9
5.3. Relación beneficio/inversión	9
5.4. Pay-back (tiempo de recuperación de la inversión).....	9
5.5. Conclusión y comentarios adicionales	10

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 costes estimados de los tratamientos fitosanitarios para el cultivo de mango.....	4
Tabla 2 Costes de fertilización los años improductivos	4
Tabla 3 costes de fertilización durante la época de producción	5
Tabla 4 estimación costes de riego para la variedad 'Isis'	5
Tabla 5 estimación costes derivados del riego para la variedad 'Keitt'	5
Tabla 6 estimación de costes de poda del cultivo de mango para este proyecto.....	6
Tabla 7 estimación costes de recolección de mango en este proyecto	6
Tabla 8 Otros gastos de la plantación.....	6
Tabla 9 Resumen de todos los gastos	7
Tabla 10 resumen de ingresos brutos de la explotación	8
Tabla 11 flujos de caja de esta explotación.	9

1. Introducción

El presente anejo tiene como objetivo evaluar la rentabilidad de llevar a cabo este proyecto. Dado que en última instancia, este proyecto tiene una finalidad estrictamente económica, se deberá de justificar la rentabilidad del mismo de tal manera que la elevada inversión inicial que se va a llevar a cabo quede debidamente justificada. En caso contrario, no tendría sentido invertir una tan elevada suma económica.

Para llevar a cabo este cálculo se van a tener en cuenta, por un lado: el presupuesto total de establecimiento, los gatos en los primeros tres años improductivos, y los ingresos y gastos en los años de producción.

Para este estudio se va a partir de una serie de premisas:

1. La maquinaria empleada será alquilada o en su defecto poseída por el propietario de antemano y con origen distinto a este proyecto.
2. Todos los elementos se consideran amortizados en el periodo de vida útil, por lo que el valor residual se considera cero.
3. Solo se va a incluir los gastos que tendría la plantación en una situación normal, sin suponer sucesos extraordinarios como reposición de mallas o ataques muy graves por enfermedades o averías graves en el sistema de riego.
4. En el desarrollo de este estudio se van a plantear otros supuestos más específicos según el apartado.

2. Costes del cultivo por actividad y año

En el presente apartado se va a detallar el coste de todas las actividades de cultivo, tanto en los años improductivos como en los años de producción del cultivo, intentando detallar la procedencia de estos gastos.

En la tabla 1, adjunta continuación, se muestran los gastos estimados en fitosanitarios de este cultivo en los años improductivos y de producción (a partir del año 4). De aquí en adelante se ha considerado la superficie a tratar como aquella realmente ocupada por el cultivo, siendo esta 12,9 ha (se debe tener en cuenta que el título hace referencia a la superficie catastral).

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Producto	ud/ha	Precio (€)	Superficie (ha)	Aplicaciones anuales	Coste total
Trmpas McPhail + atrayente	4	23.5	12.9	1	1212.6
Parasitoide <i>Encarsia citrina</i> libración preventiva	2500	0.042	12.9	2	2709
cipermetrin (frente a trips)- 46% v/v	3	3.21	12.9	4	496.98
hidrogenocarbonato de potasio (contra oidio)	0.04	155	12.9	3	239.94
Maneb 0,25% (frente a antracnosis)	2	18	12.9	2	928.8
Procloraz 45% p/v (contra mancha negra bacteriana)	0.45	38.2	12.9	4	887.04
Coste total					6474.25 €

Tabla 1 costes estimados de los tratamientos fitosanitarios para el cultivo de mango

Dado que los tratamientos en la fase productiva y en estado de producción no varían demasiado, se ha considerado este coste como constante para el cultivo y para ambas variedades. El coste mostrado en la mencionada tabla incluye el coste de aplicación y de alquiler de la maquinaria.

En la tabla 2, adjunta a continuación se muestra el precio y cantidades de los fertilizantes a emplear en los años improductivos para ambas variedades y el coste total de ellos.

Variedad	Nombre abono	Precio (€/kg)	Cantidades en kg/ha		
			Año 1	Año 2	Año 3
'Isis'	Fosfato diamónico	0.52	27.2	47.5	68
	Nitrato amónico	0.28	93.2	166	230
'Keitt'	Fosfato diamónico	0.52	24.25	42.3	60.4
	Nitrato amónico	0.28	83	145	207
		Coste total (€)	482.05	850.28	1196.50

Tabla 2 Costes de fertilización los años improductivos

Por su parte, en la tabla 3, mostrada a continuación se va a mostrar las necesidades de fertilizantes para cada una de las variedades mientras estas estén en producción. Se va a mostrar todos los fertilizantes empleados así como su precio.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Nombre fertilizante	Precio (€/kg)	Abono kg/ha		Coste €/ha		Coste total (€ totales)
		Isis'	Keitt'	Isis'	Keitt'	
Nitrato de calcio	0,74	157,97	66,5	116,8978	49,21	1238,84
Nitrato amonico	0,28	99,7	53,3	27,916	14,924	305,17
Fosfato tripotásico	0,96	95,2	45,1	91,392	43,296	982,72
Sulfato potásico	0,48	443,9	196,9	213,072	94,512	2272,22
Bórax	2,74	0,262	0,196	0,71788	0,53704	8,30
Sulfato de hierro	0,35	0,231	0,123	0,08085	0,04305	0,88
Nitarto de manganeso	6,78	0,034	0,022	0,23052	0,14916	2,60

Tabla 3 costes de fertilización durante la época de producción

El coste total del plan de abonado para esta plantación será de 4810,7 € anual.

Además de los gastos de fertilización, se debe tener en cuenta los gastos para el riego de cada variedad. Ya en el anejo 5 se calculó las necesidades de riego los años improductivos así como aquellos de producción. En la tabla 4, anexa a continuación se va a mostrar los costes para el riego de la variedad 'Isis' los años de crecimiento vegetativo y de producción (denominado en la misma como año 4, pero extensible a todos los demás).

COSTES DEL RIEGO PARA LA VARIEDAD 'ISIS'							
Año	mm	Caudal por árbol (l/h)	Tiempo riego (h/ha)	Potencia bomba (kW)	Energía total (kwh)	€/KWh	Coste total (€)
1	62,5	16	62,5	2,6	162,5	0,15	228,15
2	167	16	167	2,6	434,2	0,15	609,62
3	322	16	322	2,6	837,2	0,15	1175,43
4	300	16	300	2,6	780	0,15	1095,12

Tabla 4 estimación costes de riego para la variedad 'Isis'

Para el cálculo de los costes se ha empleado la potencia de la bomba instalada, tal y como se muestra en el presupuesto, así como fijar un precio medio de los últimos años. En el caso de la variedad 'Keitt' se va a efectuar el mismo cálculo, resumido en la tabla 5.

COSTES DEL RIEGO PARA LA VARIEDAD 'KEITT'							
Año	mm	Caudal por árbol (l/h)	Tiempo total riego (horas)	Potencia bomba (kW)	Energía total (kwh)	€/KWh	Coste total (€)
1	86,4	4	57,54	1,1	63,30	0,15	27,91
2	239,45	4	159,47	1,1	175,42	0,15	77,36
3	446,3	4	297,24	1,1	326,96	0,15	144,19
4	465,1	4	309,76	1,1	340,73	0,15	150,26

Tabla 5 estimación costes derivados del riego para la variedad 'Keitt'

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Otra de las labores que tiene lugar durante todos los años de plantación es la poda. Se va a suponer que cada año se efectuará una única poda para cada variedad en esta plantación, aunque es posible que se lleve a cabo más de una según el crecimiento de este árbol. En la tabla 6, adjunta a continuación, se muestra el coste de las actividades de poda estimando los rendimientos para este tipo de árboles y condiciones. No se hará distinción entre las variedades.

Año	Tipo de poda	Rendimiento (h/ha)	Mano de obra (€/h)	Coste (€/ha)	Coste total (€)
1	Formación	12	18,8	225,6	2797,44
2	Formación	24	18,8	451,2	5594,88
3	Formación	36	18,8	676,8	8392,32
4	Fructificación	32	18,8	601,6	7459,84

Tabla 6 estimación de costes de poda del cultivo de mango para este proyecto

Por último, los costes de recolección, que son tenidos en cuenta a partir del año 4, varían en función de la variedad. El rendimiento de recolección (manual) en estos dependen directamente del tamaño del árbol y de la fruta. En base a esto, en la tabla 7, adjunta a continuación, se mostrará más detalladamente estos casos.

Variedad	Rendimiento (kg/jornal)	Producción kg/ha	Coste jornal (€)	Jornales necesarios (por ha)	Jornales totales	Coste total (€)
Isis	1250,00	34000,00	56,00	27,20	254,59	14257,15
Keitt	675,00	18000,00	56,00	26,67	78,40	4390,40
Total			56,00	53,87	332,99	18647,55

Tabla 7 estimación costes de recolección de mango en este proyecto

Por último, en la tabla 8, adjunta a continuación se incluyen una serie de gastos generales varios del cultivo a tener en cuenta. Estos se producen todos los años

Concepto	€/ha	€ Total
Servicio técnico explotación	650	8060
Seguros	165	2046
Gestiones administrativas	235	2914
Mantenimiento del suelo	180	2232
Otros	80	992
Total	1310	16244

Tabla 8 Otros gastos de la plantación

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Para concluir este apartado, se va a mostrar a continuación, en la tabla 9, un resumen de todos los conceptos consumidos cada año y la suma total de los mismos.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4 y sucesivos
Tratamientos fitosanitarios	6474	6474	6474	6474
Fertilización	482	850	1196	4810
Riego (total)	255	686	1319	1245
Poda	2797	5595	8392	7460
Recolección	-	-	-	18650
Otros	16250	16250	16250	16250
Suma total	26258	29855	33631	54889

Tabla 9 Resumen de todos los gastos

3. Inversión total inicial

En el documento IV: presupuesto se ha detallado el coste de todas y cada una de las operaciones a llevar a cabo en esta plantación. Tal y como se aprecia a continuación, el desembolso total necesario es de 878912,68 euros.

Presupuesto de ejecución material (PEM)	690.263,63
13% de gastos generales	89.734,27
6% de beneficio industrial	41.415,82
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	821.413,72
7% IGIC	57.498,96
Presupuesto de ejecución por contrata con IGIC (PEC = PEM + GG + BI + IGIC)	878.912,68

A esta cantidad se le debería sumar los honorarios del proyectista y de la dirección facultativa (2% cada uno), así como el coste de las licencias de ejecución (0,5%). Con esto la inversión total inicial ascendería a 918463,75 €.

4. Ingresos brutos de la explotación

Los únicos ingresos que va a tener esta explotación van a ser de la comercialización de la fruta. La producción esperada de fruta en la explotación de este proyecto se ha obtenido en base a datos obtenidos en plantaciones experimentales del gobierno canario.

Los precios de compra hacen referencia al precio que percibe el agricultor por su fruta y han sido obtenidos haciendo la media de los obtenidos estos últimos años. Dado que la época de maduración de las dos variedades es diferente el precio que se paga por cada una de ellas también lo es.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Toda la información referente a los parámetros que definen los ingresos totales de esta explotación queda definida en la tabla 10, adjunta a continuación.

Variedad	Producción kg/ha	Precio percibido (€/kg)	Ingreso bruto (€/ha)	Superficie cultivada (ha)	Ingresos totales
Isis	34000	1,21	41140	9,36	385070,4
Keitt	18000	1,45	26100	2,94	76734
Total	-	-	-	12,3	461804,4

Tabla 10 resumen de ingresos brutos de la explotación

5. Análisis de rentabilidad

Para determinar como de rentable sería esta inversión, existen diversos indicadores que se pueden emplear como referencia para dicha finalidad.

5.1. Cálculo del VAN

Valor Actual Neto (VAN) es el valor actualizado de todos los rendimientos financieros generados por la inversión realizada, en otras palabras, la ganancia total o rentabilidad absoluta ajustada a precios actuales (descontando la inflación). Si el VAN es positivo, la inversión es rentable. Se calcula mediante la siguiente expresión, donde r es el tipo de actualización o descuento a aplicar.

$$VAN = \sum_{j=1}^n \left(\frac{R_j}{(1+r)^j} \right) - \sum_{j=0}^m \left(\frac{K_j}{(1+r)^j} \right)$$

Donde:

n : años de vida útil del proyecto (se va a presuponer 20).

m : años en los que tiene lugar el pago de la inversión.

R_j : son los flujos de caja para un año j , es decir, la diferencia entre los cobros y pagos de cada año.

K_j : es la inversión al año j .

r : es la tasa de interés en tanto por uno.

Para llevar a cabo este cálculo se deben establecer los flujos de caja, mostrados en la tabla 11, anexa a continuación.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Años	Cobros	Pagos	Flujo
0	0	918463,75	-918463,75
1	0	26258	-26258
2	0	29885	-29885
3	0	33631	-33631
4 y sucesivos	461804,4	54884	406920,4

Tabla 11 flujos de caja de esta explotación.

Esta tabla se empleará para el cálculo de este concepto. Para ello, se tomará la tasa de interés del 1,57%, correspondiente a la de la deuda del banco de España.

Con los datos mostrados anteriormente, se concluye que el VAN de este proyecto es: 4.632.778,93 €.

5.2. Cálculo de la TIR

La tasa interna de retorno (TIR) se define como la tasa de inversión que haría nulo el VAN del presente proyecto. Esta se calcula igualando la fórmula del VAN a cero, con los datos correspondientes al proyecto. En este caso, la TIR de este proyecto sería 22%.

5.3. Relación beneficio/inversión

La relación beneficio inversión (B/I) es un parámetro que evalúa la rentabilidad del presente proyecto. Se calcula dividiendo el VAN entre la inversión inicial ajustada a los años correspondientes en que se realicen.

En el caso concreto de este proyecto, este parámetro tiene un valor de: 5,04 €

5.4. Pay-back (tiempo de recuperación de la inversión)

representa el tiempo necesario para la recuperación de la inversión. Es decir, hace referencia al tiempo transcurrido hasta el momento en el que el Van pasa de ser negativo a positivo. Ese momento representa el umbral de rentabilidad, a partir del cual se comienzan a obtener beneficios. Corresponde con el punto en el que el VAN = 0.

En el caso de este proyecto, el VAN acumulado empieza a ser positivo a partir del año 6, con una suma de 207.450,57 €.

5.5. Conclusión y comentarios adicionales

La conclusión que se extrae, a la vista de los datos mostrados, es que la inversión efectuada se recupera relativamente rápido, en comparación con otras plantaciones, gracias a la rápida entrada de la misma, y la elevada TIR indica que es bastante resistente a los posibles cambios que pueda sufrir el mercado. Con esto se concluye que es una alternativa muy remuneradora, que garantiza bastante seguridad.

Como comentarios adicionales, se debe destacar que los precios del mango se espera que puedan seguir aumentando, si bien no lo harán en exceso, debido a que el interés hacia esta fruta sigue creciendo. No obstante, la situación económica puede cambiar, y si la producción aumentase más que el consumo, los precios podrían empezar a descender rápidamente.



**Diseño y establecimiento de una plantación de
mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana
(La Palma)**

**DOCUMENTO I.
MEMORIA**

**ANEJO X: ESTUDIO DE
SEGURIDAD Y SALUD**

Autor : Sergio Lozano Tórtola

Julio de 2022

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	4
1.2. OBJETO.....	4
1.3. DATOS DE LA OBRA	5
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS OBRAS.....	5
2.2. SITUACIÓN DE LAS OBRAS Y DESCRIPCIÓN.	5
2.2. PERSONAL PREVISTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN.....	6
2.3. MAQUINARIA EMPLEADA EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.	6
3. MEDIDAS PREVENTIVAS.....	6
3.1. ASOCIADAS A RIESGOS DERIVADOS DE LOS FACTORES BIÓTICOS. .6	
3.2. ASOCIADAS A LA MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS.	7
3.3. ASOCIADAS AL USO DE HERRAMIENTAS MANUALES.	9
3.4. NORMAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN OBRA.	9
3.5. ACTUACIÓN FRENTE A RIESGOS HIGIÉNICOS.	12
3.6. FRENTE A RIESGOS ERGONÓMICOS Y PSICOSOCIALES.	13
3.7. OTRAS ACTUACIONES.	13
4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	14
4.1. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO Y TRABAJADORES EN LA MATERIA.	14
5. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.	16
5.1. BOTIQUÍN.	16
5.2. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS.	16
6. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	17

7. TRABAJOS POSTERIORES.	18
8. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.....	18
9. OBLIGACIONES DEL COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....	19
10. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.	20
11. OBLIGACIONES DE SUBCONTRATISTAS Y CONTRATISTAS.	20
12. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.	22
13. LIBRO DE INCIDENCIAS.	23
14. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	23
15. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.	24
16. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.....	24

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

1. INTRODUCCIÓN.

Se elabora el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, debido a que en el proyecto de obras redactado y del que este documento forma parte, no se dan ninguno de los supuestos previstos en el apartado y del artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, del ministerio de Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo que hay que comprobar que se dan todos los supuestos siguientes:

La duración estimada de la obra no es superior a 30 días o no se emplea en ningún momento más de 20 trabajadores simultáneamente.

El volumen de mano de obra estimada es inferior a 500 trabajadores/día (suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra)

No es obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Como no se da ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D, se redacta el presente Estudio básico de Seguridad y Salud.

1.2. OBJETO.

El estudio básico, tiene por objeto precisar las normas de seguridad y salud aplicables en la obra, conforme especifica el apartado 2 del artículo 6 del citado R.D. 1627/1997.

Igualmente se especifica que a tal efecto debe contemplar: La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.

Relación de los riesgos laborales, que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos, valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas preventivas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto).

Previsiones e informes útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

1.3. DATOS DE LA OBRA

Tipo de obra: plantación frutal y construcción de balsa de riego.

Situación: 52 parcelas situadas en el polígono 5 del municipio Puntallana

Superficie total del proyecto: 14,6 ha.

Localidad: Puntallana (Santa Cruz de Tenerife).

Autor del proyecto: Sergio Lozano Tórtola.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS OBRAS.

2.2. SITUACIÓN DE LAS OBRAS Y DESCRIPCIÓN.

Las características principales de la obra son:

La plantación tendrá acceso al tráfico rodado desde la carretera convencional LP-1 que une los municipios de Santa cruz de la Palma y Los llanos de Aridane.

La orografía y topografía de la plantación es, por lo general convexa con una pendiente media del 10%.

El proyecto consta de una plantación de mangos y la construcción de una balsa de riego, por lo tanto, se van a llevar a cabo los siguientes procesos durante su ejecución:

- Labores de preparación del terreno.
- Excavación.
- Excavación de hoyos en el suelo para la colocación de árboles.
- Excavación de zanjas para enterrado de tuberías secundarias y terciarias.
- Colocación de lámina impermeable en la balsa de riego.
- Enfoscados, guarnecidos y enlucidos.
- Instalación eléctrica.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

- Instalación de riego.
- Otros.

2.2. PERSONAL PREVISTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN.

Se estima que el número máximo de personas trabajando simultáneamente sea de 7, aunque durante la ejecución del proyecto normalmente habrá 5 personas.

En lo que se refiere al plazo de ejecución, no hay ningún plazo de finalización de las obras determinado. Este dependerá de la fecha de inicio y duración de las labores, explicada en otros anejos anteriormente.

2.3. MAQUINARIA EMPLEADA EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

La maquinaria prevista para la realización de las obras es la siguiente:

1. Desbrozadora.
2. Buldócer.
3. Camión basculante.
4. Retroexcavadora.
5. Barrena ahoyadora
6. Tractor.
7. Otros.
8. Medios auxiliares: herramientas manuales y eléctricas, escaleras, andamios, etc.

3. MEDIDAS PREVENTIVAS.

3.1. ASOCIADAS A RIESGOS DERIVADOS DE LOS FACTORES BIÓTICOS.

-Se debe de tener muy presente la flora y la fauna presente, a fin de dotar los botiquines con los medios suficientes para afrontar cualquier contingencia imprevista, y así los servicios médicos deberán determinar el nivel de defensa del personal frente a picaduras de insectos (avispa o abejas) y otros animales. Se vigilará y se tendrá en máxima atención a la proliferación de especies, en la fecha en la que se va a ejecutar la obra, con el riesgo que supone para la persona.

-Frente a picaduras por insectos, actuar mediante lavado con agua y jabón, y disponer en el vehículo de un botiquín con antisépticos (por ejemplo, betadine) y antihistamínicos

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

(por ejemplo, polaramine); posteriormente se acudiría a un centro de salud. Si la picadura es de abeja, se deberá retirar el aguijón con unas pinzas.

-En zonas endémicas, ante la observación de una garrapata fijada al cuerpo, se deberá acudir lo antes posible a un Centro de Salud.

-Elegir como zona de descanso, lugares despejados donde se pueda advertir la presencia de seres vivos. Extremar las precauciones debajo de los árboles.

-No abandonar prendas, botas u otros equipos en el suelo. Comprobar que no hay animales dentro antes de ponérselos.

-En caso de infección por COVID-19 se aplicará el protocolo de aislamiento y realización de pruebas PCR a los trabajadores que hayan estado en contacto con el afectado. La empresa contratada, en función de la disponibilidad de personal, elegirá si continuar con las obras con una plantilla diferente o paralizarlas hasta que la presente se haya recuperado.

-Precaución al coger objetos, herramientas, etc. que estén en el suelo. No meter la mano directamente debajo de ellos, ante el riesgo de seres vivos.

-Utilizar repelentes o insecticidas.

-El trabajador que sea especialmente sensible a las picaduras de insectos, deberá comunicárselo a la empresa, para que sean vacunados.

3.2. ASOCIADAS A LA MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS.

Se adoptarán las medidas necesarias para evitar la manipulación manual de cargas, en especial el uso de equipos para el manejo mecánico de las mismas.

Cuando no pueda evitarse la necesidad de manipulación manual de cargas, se utilizarán los medios apropiados para reducir el riesgo que entrañe dicha manipulación. En caso de que estos medios no estén presentes en el momento de llevar a cabo la operación indicada, se deberá de reorganizar de nuevo las actividades, priorizando aquellas en que los riesgos para la salud de los trabajadores sea menor, hasta que dicha maquinaria o equipamiento esté disponible para la realización de estas actividades canceladas o aplazadas.

Se deberán mantener los objetos a manipular limpios y exentos de sustancias resbaladizas.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Para evitar lesiones, se cambiarán sistemas y/o la organización del trabajo de forma que reduzca el esfuerzo físico de los trabajadores. Así como introducir rotaciones de trabajadores dentro de una misma actividad, de tal forma que la monotonía de algunos trabajos sea

Se evitará toda costa que los operarios realicen movimientos de torsión o de flexión del torso, así como movimientos bruscos de la carga con su propio cuerpo, que pueden entrañar un riesgo de lesión dorso-lumbar. Se deberá concienciar a los trabajadores sobre la necesidad de evitar posturas de trabajo forzadas.

Se debe evitar que los trabajadores recorran grandes distancias portando cargas ya sea para elevación o descarga de las mismas.

Será de vital importancia permitir un tiempo de descanso, por ejemplo de 5 minutos cada 90 minutos de trabajo (recomendado). La dirección de obra deberá mirar por la salud y seguridad de las personas implicadas en las labores y en caso de que las condiciones climáticas o de cualquier tipo fueran muy desfavorables las obras deberían cesar temporal o definitivamente en el día en curso.

Las operaciones para un correcto levantamiento de cargas son las siguientes:

Aproximarse a la carga y separar los pies.

Flexionar las rodillas (manteniendo la espalda recta)

Mantener la carga lo más cerca posible del cuerpo.

(en la descarga se operará de forma inversa).

Cuando se designen las tareas se tendrán en cuenta las aptitudes y limitaciones físicas de los trabajadores (mujeres embarazadas, lesiones en la columna vertebral, discapacidades, etc.), en relación con las exigencias físicas que suponen dichas tareas.

En lo referente a la manipulación, se tendrá en cuenta lo establecido en la guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas, editada por el I.N.S.H.T., así pues el peso máximo en la realización de este tipo de actividades no excederá de 25kg, en circunstancias especiales trabajadores sanos y entrenados podrían manipular cargas de hasta 40 kg, pero siempre que la tarea se realice de forma esporádica y de forma segura, y siempre que los implicados estén previamente de acuerdo y hayan sido consultados.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

3.3. ASOCIADAS AL USO DE HERRAMIENTAS MANUALES.

-Los trabajadores recibirán información sobre el manejo del equipamiento a emplear ya sean maquinaria o herramientas. Esta labor debe correr a cargo de la empresa contratada y debe efectuarse previamente a la contratación.

-Se debe exigir que el trabajo a realizar se efectúe con las herramientas apropiadas.

-Se solicitará la sustitución inmediata de toda herramienta en mal estado.

-Revisión periódica de los diferentes equipamientos.

-En todos los trabajos que se utilicen herramientas de golpeo como martillos, será obligatorio el uso de gafas anti-impactos de protección o similares.

-Las rebabas en las herramientas serán eliminadas con piedra esmeril.

-Se comprobará que los mangos de los hachas, palas y picos o rastrillas se encuentren en buen estado y sólidamente fijados. De no ser así, se debe en primera instancia comunicar a la dirección de obra y se exigirá su reparación o sustitución.

-Al hacer fuerza con una herramienta, se preverá la trayectoria de la mano o el cuerpo en caso de que aquella se escapara.

-Las herramientas de corte y bordes de filo deberán estar afiladas convenientemente.

-Para trabajos a un nivel notablemente superior al del suelo, se debe impedir la caída de herramientas a niveles inferiores, tomando las medidas oportunas.

-La herramienta se deberá colocar en un lugar previamente asignado por la dirección de obra una vez haya sido utilizada. Nunca deberá ser abandonada.

3.4. NORMAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN OBRA.

-Su uso solo está permitido a las personas capacitadas y autorizadas (los menores de edad no deben manejar maquinaria, aunque tengan un contrato de trabajo que les relacione con la mencionada obra en curso). Estos operarios si observasen algún riesgo o funcionamiento defectuoso en estos aparatos deberán ponerlo inmediatamente en conocimiento del Encargado de Seguridad y Salud en obra o al responsable de los trabajos, quien se encargará de comunicarlo.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

-Toda maquinaria que interviene en obra deberá haber sido previamente revisada y probada, y tendrá que ser utilizada de acuerdo con las instrucciones y recomendaciones especificadas por el fabricante.

-Toda máquina deberá llevar marcado CE o en su defecto estar adecuada al R.D. 1215/1997...

-Dentro de la maquinaria solo deben permanecer personas autorizadas. En caso de que las labores que las impliquen no finalicen ese día, estas deberán quedar cerradas y ubicadas en un lugar poco visible.

-Siempre que se pueda, mantener los mandos de la máquina secos y limpios, ya que ayudará al manejo de la misma y evitará posibles accidentes. En caso de que así no fuera, se deberán limpiar inmediatamente.

-Está prohibido trabajar con vestimenta sin ceñir y joyas que puedan engancharse en los salientes y en los controles.

-No trabajar con la máquina en situación de avería o semi-avería. Antes de comenzar comprobar el buen funcionamiento del motor, sistema hidráulico, frenos, luces, bocina y demás sistemas.

-En los desplazamientos de la máquina, actuar siempre con precaución. Usar los avisadores acústicos antes de iniciar la marcha estando atento a las personas que se encuentran cerca.

-Antes de iniciar cualquier tipo de labor, vigilar los obstáculos en la vía así como los elementos que se puedan encuentran en ella, especialmente cuando se trabaja la máquina con las aletas desplegadas.

-En los movimientos de la maquinaria empleada se guardará una distancia de seguridad con las posibles demás máquinas. Durante la ejecución de las obras, se circulará con velocidad prudencial y atento a la presencia de personas.

-Queda terminantemente prohibido anular, bloquear o desmontar cualquier dispositivo de seguridad de las máquinas, salvo por personal plenamente cualificado para ello.

-Las máquinas que hagan uso de elementos telescópicos dispondrán de limitadores de altura de los mismos para no interceptar las líneas aéreas.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

-Es necesario observar un correcto estado de orden y limpieza en la máquina: la grasa o aceite en escalerillas, los objetos no fijados en cabina pueden provocar graves accidentes.

-Queda terminantemente prohibido transportar o almacenar productos u objetos peligrosos en la maquinaria.

-Cuando permanezcan paradas la maquinaria de vía, se ha de guardar una separación prudencial entre éstas. Se deberán ubicar señales en sus proximidades, de forma que se pueda advertir la presencia de cualquier circulación en las vías activas.

-Subir y bajar de a maquinaria de forma frontal haciéndose con ambas manos.

-No saltar nunca directamente al suelo, desde la maquinaria.

-No subir ni bajar de la máquina en marcha, no realizar reparaciones en ninguna máquina en marcha o con el motor encendido.

-Se separará la intervención de la maquinaria simultánea con la de los operarios. En los trabajos que resulte imposible esta práctica o que necesiten de operarios para llevarse a cabo, los conductores de máquinas y vehículos, además de utilizar de un modo seguro su herramienta de trabajo, deberán extremar la vigilancia de su entorno al efecto de que sus maniobras nunca presenten un riesgo para otras máquinas, las personas y las cosas. En estas situaciones el Encargado de Seguridad y Salud en obra indicará la necesidad o no de un ayudante del maquinista, así como las pautas para el desarrollo seguro de la maniobra.

-En caso de que se produzca un calentamiento del motor de la maquinaria no debe abrir directamente la tapa del radiador.

-El personal que no intervenga en trabajos, no circulará por la zona de influencia de la máquina.

-Los obstáculos presentes en el terreno deberán o moverse o eliminarse, para el libre desplazamiento de la máquina móvil.

-El personal encargado de utilizar una determinada máquina o herramienta debe ser especialista o tener suficiente experiencia en el manejo de la misma, y estar convenientemente autorizado por la empresa.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

- Se dispondrá de extintores en cada máquina o cercanía a éstas.
- Se prohíbe sobrepasar el tope de carga máxima especificado por cada vehículo.
- Cuando se lleven a cabo maniobras de marcha atrás de los vehículos para recogida de materiales, se dirigirán por persona especializada en evitación de desplomes y caídas de vehículos.
- Las líneas eléctricas, susceptibles de ser alcanzadas por las máquinas o vehículos en movimiento, se señalarán convenientemente.
- Los engranajes de cualquier tipo de accionamiento mecánico, eléctrico o manual, estarán cubiertos por carcasas protectoras anti-atrapamiento.
- Se prohíbe la retirada, manipulación, punteo o anulación de los elementos de protección de la maquinaria.
- Las operaciones de ajuste, mantenimiento y arreglo de maquinaria solamente serán llevados a cabo por personal específicamente especializado.
- Las herramientas y equipos de funcionamiento irregular o defectuosos deben retirarse inmediatamente del trabajo y en caso de poderse reparar, hacerlo adecuadamente antes de volverlos a usar. Si no pudieran ser retiradas y reparadas se señalará convenientemente para que no sea conectada.
- No se puede sobrepasar la carga o capacidad nominal de cualquier equipo o herramienta, ni se pueden hacer modificaciones en los mismos que puedan reducir la capacidad original.
- Cuando se usen equipos de elevación quedará totalmente prohibido que se ice carga alguna superior a la capacidad indicada por el fabricante.
- La maquinaria, grúas, herramientas y equipos no pueden usarse si todas las defensas y elementos de seguridad no están colocados y en buenas condiciones de funcionamiento.
- Al pasar sobre los cables o tuberías con equipos o cargas pesadas, se deben colocar chapas de acero o placas suficientemente resistentes para evitar su deterioro.

3.5. ACTUACIÓN FRENTE A RIESGOS HIGIÉNICOS.

En referencia a la emisión de gases contaminantes procedentes de la propia máquina, el problema se solucionará con el correcto aislamiento de la cabina del conductor.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Se deberá conseguir una correcta iluminación y visibilidad desde el puesto de mando del conductor de la zona de trabajo, incluyendo un adecuado funcionamiento de los limpia parabrisas y con la existencia de una buena iluminación, tanto exterior, del entorno de trabajo, como interior de la cabina.

3.6. FRENTE A RIESGOS ERGONÓMICOS Y PSICOSOCIALES.

La adaptación del trabajador a su puesto de trabajo habrá de estudiarse por parte del personal encargado en función de una serie de parámetros como son:

- Cabina: de tamaño suficiente, limpieza fácil, exposición a temperaturas regulables y correcta ventilación.
- Asiento: cómodo, forrado de forma adecuada y adaptable al operador, sobre todo en la zona lumbar para los giratorios.
- Posición de trabajo: realización del trabajo sin doblarse o tomar posturas inadecuadas, existencia de suficiente espacio para las rodillas y piernas, facilidad de acceso a los controles y pedales, mandos de tamaño adecuado y accionado de los mismos con una fuerza razonable.
- Instrumento: deberían ofrecer la información necesaria y de forma adecuada y estar bien ubicados.

Para finalizar, la jornada de trabajo deberá ser flexible, incluyendo descansos que supongan el 15% del tiempo trabajando a mitad de jornada, y teniendo en cuenta que se darán mayor número de problemas durante el trabajo nocturno y a turnos. No deberá ser superior a 8 horas. Es esencial aceptar que, a menor número de horas de trabajo, mayor rendimiento y calidad en el trabajo y menor absentismo y número de accidentes.

3.7. OTRAS ACTUACIONES.

Para completar las actuaciones encaminadas a la planificación preventiva se deberán realizar las siguientes acciones:

- Vigilancia periódica de la salud, referida en el artículo 22 de LPRL.
- Primeros auxilios, tal y como se expresa en el artículo 20 de LPRL. Una medida muy eficaz y fácil de llevar a práctica es la tenencia de un botiquín de primeros auxilios por cada cuadrilla de trabajo.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

- Información y formación de los trabajadores, referida en el artículo 18 de LPRL.
- Consulta y participación de los trabajadores, referida en el artículo 18 y 33 de LPRL.
- Obligaciones de los trabajadores, referidas en el artículo 29 de LPRL.

4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

La protección de los riesgos que no se puedan evitar deberá ser personal tal y como dispone el artículo 17.2 LPRL.

Según el Real Decreto 773/1997 (BOE 12-06-97 y 18-07-97) sobre elección, utilización y mantenimiento de equipos de protección individual en el trabajo, un equipo de protección individual se define como cualquier equipo destinado a ser llevado sujetado por el trabajador u operario para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin (art.2).

4.1. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO Y TRABAJADORES EN LA MATERIA.

A este respecto las obligaciones del empresario forestal en la materia son:

- Determinar los puestos de trabajo que requieran la utilización de EPIs (art.4).
- Elegir los EPIs (art.7).
- Velar por la correcta utilización y mantenimiento de los mismos (art.7).
- Formar e informar adecuadamente a los trabajadores y sus representantes respecto al uso de los EPIs (art.8).
- Permitir la consulta y participación de los trabajadores (art.9).

Por otra parte el artículo 10 obliga a los trabajadores a:

- a) Utilizar y cuidar correctamente los EPIs.
- b) Colocarlos en el lugar adecuado después de su utilización.
- c) Informar sobre cualquier defecto, anomalía o daño en cualquiera de ellos a su superior jerárquico.

El trabajador forestal o agrario deberá tener una ropa de trabajo adecuada a las inclemencias del tiempo. Esta será en general ceñida al cuerpo, sin abotonaduras y con un color que resalte entre las diversas tonalidades del bosque (amarillo, anaranjado o

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

rojo o blanco, si no hay nieve); para aumentar esta tonalidad es conveniente añadir, en hombros o cintura material retro reflectivo consistente en la adición de elementos o bandas fluorescentes. En el caso del operador de motosierras, deberá ser multifibra para atascar la motosierra en caso de corte.

Además de la ropa de trabajo, otros EPIs a utilizar serán los siguientes:

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

-Protectores de la cabeza: para la defensa contra los riesgos de golpes, choques, caídas o proyecciones de objetos de cualquier índole, se usarán cascos de seguridad tipo forestal, con arnés ajustable a la cabeza y compatibles con gafas o pantallas auriculares.

-Protectores de ojos: para la defensa contra las proyecciones de partículas u objetos como ramas que por su flexibilidad sufran movimientos bruscos (efecto boomerang), se utilizarán gafas o pantallas faciales de policarbonato en versión anti empañamiento o de malla metálica.

-Protectores de los oídos: para la defensa contra el ruido se usarán auriculares o tapones protectores con atenuaciones superiores a 25 o 30 dB en las medias y altas frecuencias del espectro: los primeros pueden ir asociados a los protectores de cabeza y ojos constituyendo un EPI de triple acción utilizado en trabajos forestales.

-Protectores de los pies: para la defensa contra aplastamientos por troncos, golpes, impactos o cortes se usarán botas de seguridad de suela con dibujo antideslizante y puntera reforzada, según Norma EN 345, categoría S3.

-Protectores de las manos: para la defensa contra los pinchazos y las bajas temperaturas se pueden utilizar guantes o manoplas, según Norma EN 338 (riesgos mecánicos) y EN 511 (riesgos por frío) con alta resistencia al corte.

-Protectores de las vías respiratorias: para la defensa contra el ambiente pulverulento producido por el movimiento de maquinaria por el terreno o por desbrozadoras o procesadoras se usarán mascarillas auto-filtrantes para materias particulares no inferiores a la categoría 2.

5. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.

5.1. BOTIQUÍN.

A fin de atajar futuras lesiones que pudiesen haber producido en el lugar de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa.

5.2. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

La dirección y teléfono de urgencias asignado, estarán expuestos claramente en lugar bien visible, para un rápido y efectivo tratamiento de los accidentados, para la atención a los accidentados se ha previsto el traslado al centro de salud en la localidad de San Juan de Puntallana y, en caso de gravedad al hospital Santa Cruz de la Palma.

6. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El Real Decreto 1627/1997 establece disposiciones mínimas y entre ellas no figura, para el estudio básico la de realizar un presupuesto que certifique el conjunto de gastos previstos para la aplicación de dicho estudio.

Aunque no es obligatorio se recomienda reservar en el Presupuesto del proyecto una partida para Seguridad y Salud, que puede variar entre el 1% y el 2% del PEM, en función del tipo de obra.

No obstante, se va a desglosar el presupuesto invertido en seguridad y salud:

1. Material e instalaciones provisionales de la obra.
 - Transporte y alquiler de una caseta-almacén provista de aseo de 15 m²
= 390 €.
2. Protecciones personales para los operarios.
 - Botas de seguridad (4 pares) = 350 €
 - Guantes de goma (4 pares) = 7,5 €
 - 4 cascos de seguridad homologados = 39 €
 - Total = 396,5 €.
3. Equipamiento.
 - Botiquín de obra = 75 €
 - Extintores homologados (2 unidades) = 220 €
 - Taquillas metálicas para uno individual de los trabajadores (3 unidades)
= 425 €.
 - Banco de madera (1 unidad) = 150 €
 - Total = 870 €.
4. Señalización.
 - Señal de peligro = 150 €
 - Cartel indicativo de obra con soporte = 80 €

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

- Cinta de balizamiento roja y blanca (75 m) = 35 €

- Total = 265 €

El presupuesto total destinado a seguridad y salud asciende a: 390 + 396,5 + 870 + 265 = 1921,5 €. MIL NOVECIENTOS VENTI Y UN EUROS CON 50 CENTÍMOS.

7. TRABAJOS POSTERIORES.

En el apartado 3 del artículo 6 del Real Decreto 1627/1997 establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

-Reparación, conservación y mantenimiento.

-Riesgos más frecuentes: caídas al mismo nivel en suelos, caídas por resbalones, caídas a alturas por huecos horizontales, caídas por huecos en cerramientos, reacciones químicas por productos de limpieza y líquidos de maquinaria, contactos eléctricos por accionamiento inadvertido y modificación o deterioro de sistemas eléctricos, impacto de elementos de la maquinaria, explosión de combustibles mal almacenados, fuego por combustibles, modificación de elementos de instalación eléctrica o por acumulación de desechos peligrosos, por desprendimientos de elementos constructivos, por deslizamientos de objetos, por roturas debidas a la presión del viento, por roturas por exceso de cargas, vibraciones de origen interno y externo, contaminación por ruido.

-Medidas preventivas: andamiajes, escalerillas y demás dispositivos provisionales adecuados y seguros, anclajes de cinturones fijados a la pared para la limpieza de ventanas no accesibles, anclajes de cinturones para reparación de tejados y cubiertas.

-Protecciones individuales: casco de seguridad, ropa de trabajo, cinturones de seguridad y cables de longitud de resistencia adecuada, cinturones de seguridad y resistencia adecuada para reparar tejados y cubiertas inclinadas.

8. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

En la introducción del Real Decreto 1627/1997 y en el apartado 2 del artículo 2 se establece que el contratista y subcontratista tendrán la consideración de empresario a los efectos previstos en la normativa sobre prevención de riesgos laborales. Como en las obras de edificación es habitual la existencia de numerosos subcontratistas, será previsible la existencia del Coordinador en la fase de ejecución.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades ante un juez.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

9. OBLIGACIONES DEL COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona. El Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación y cumplimiento de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra, para garantizar que las empresas y personal actuante, apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva, que se recogen en el artículo 15 de esta Ley de Prevención de Riesgos Laborales, durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades que se refieren al Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, así como las posibles modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

-Adoptar las medidas necesarias, para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra o zonas exclusivas de las mismas o personal expresamente autorizado.

-La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador

10. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista si el proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Si no se considera necesario designar un Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas o órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma, y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

11. OBLIGACIONES DE SUBCONTRATISTAS Y CONTRATISTAS.

Según el Artículo 11 del Real Decreto 1627/ 1997, el contratista y subcontratista estarán obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva, que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en particular:

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento y circulación.
- La manipulación, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación de periodo de tiempo efectivo, que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes de la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal, lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales conforme al artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores implicados en las diversas labores sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud, durante la ejecución de la obra.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan, y en lo relativo a las obligaciones que le corresponden directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente, de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor, no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

12. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - El almacenamiento y eliminación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos que no vayan a ser utilizados.
 - La adaptación del periodo de tiempo total que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud.
- Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de Seguridad y Salud.

13. LIBRO DE INCIDENCIAS.

En el centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado, que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el ingeniero o técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Este documento deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, los representantes de los trabajadores, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes y los técnicos especializados de las administraciones públicas competentes en esa materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo (sólo se podrán hacer anotaciones en el libro de incidencias relacionadas con el cumplimiento del Plan).

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de 24 horas, una copia de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia, en que se realiza la obra, en este caso, Santa Cruz de Tenerife. Igualmente, notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

14. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento en las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

de riesgo grave e íntimamente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de trabajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

15. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.

Los contratistas y subcontratistas deben garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en cada una de las fases de la obra.

Una copia del Plan de Salud y Seguridad y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

16. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.

Las obligaciones previstas en las partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1997, en que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicaran siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.



**Diseño y establecimiento de una plantación de
mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana
(La Palma)**

DOCUMENTO II. PLANOS

Autor : Sergio Lozano Tórtola

Julio de 2022

ÍNDICE DE PLANOS

Nº1: LOCALIZACIÓN

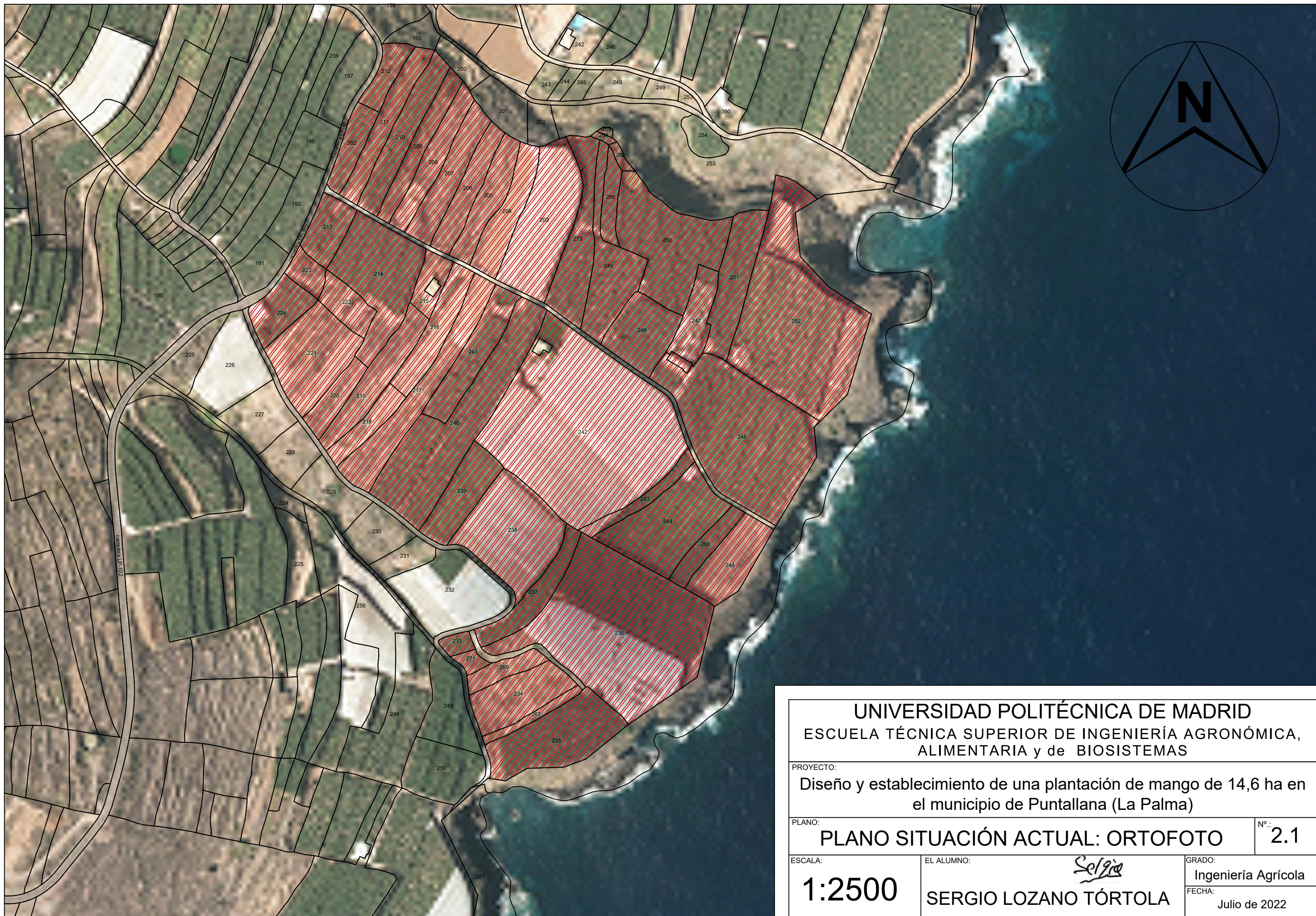
Nº2.1: SITUACIÓN ACTUAL: ORTOFOTO

Nº2.2: SITUACIÓN ACTUAL: ELEMENTOS

Nº2.3: SITUACIÓN ACTUAL: SECCIONES

Nº3: PLANTACIÓN

Nº4: SISTEMA DE RIEGO



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA,
ALIMENTARIA y de BIOSISTEMAS

PROYECTO:
Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

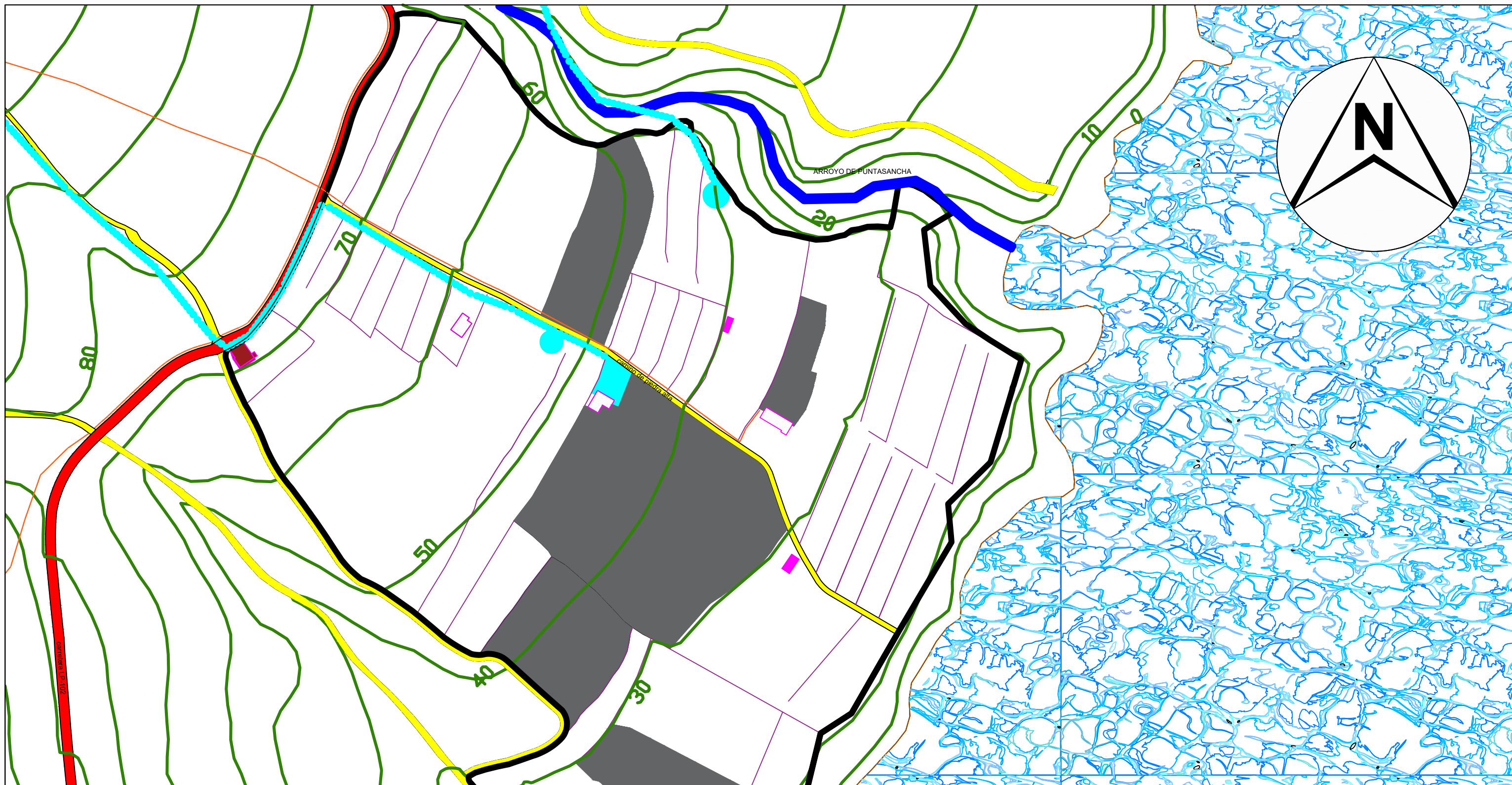
PLANO:
PLANO SITUACIÓN ACTUAL: ORTOFOTO Nº.: **2.1**

ESCALA:
1:2500

EL ALUMNO:

SERGIO LOZANO TÓRTOLA

GRADO:
Ingeniería Agrícola
 FECHA:
Julio de 2022



LEYENDA

- Vivienda
- Casa de aperos
- Almacén
- Depósito/ balsa
- Zona de cultivo protegido
- Límites del proyecto
- Conducciones de agua de riego
- Tendido eléctrico
- Camino de tierra
- Curvas de nivel (10 m)
- Muros de contención de los bancales

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
 ALIMENTARIA y de BIOSISTEMAS

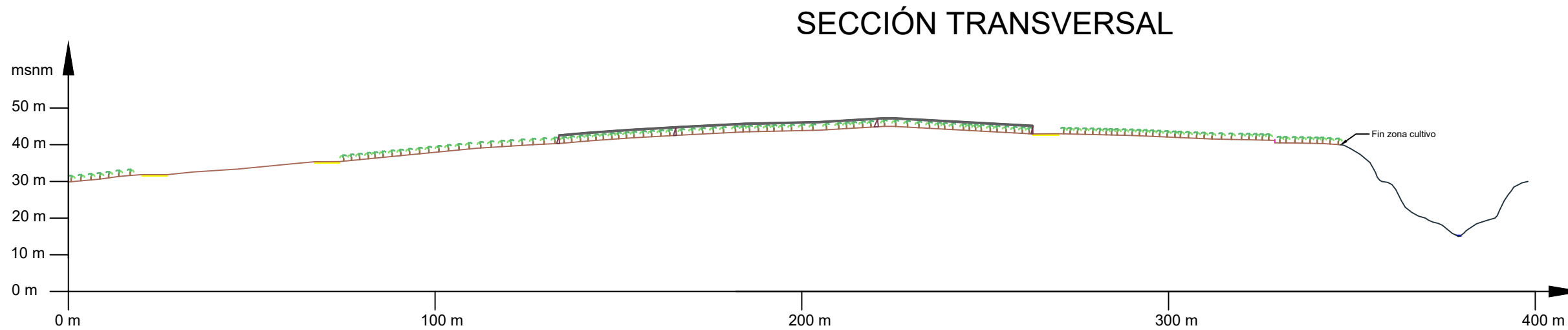
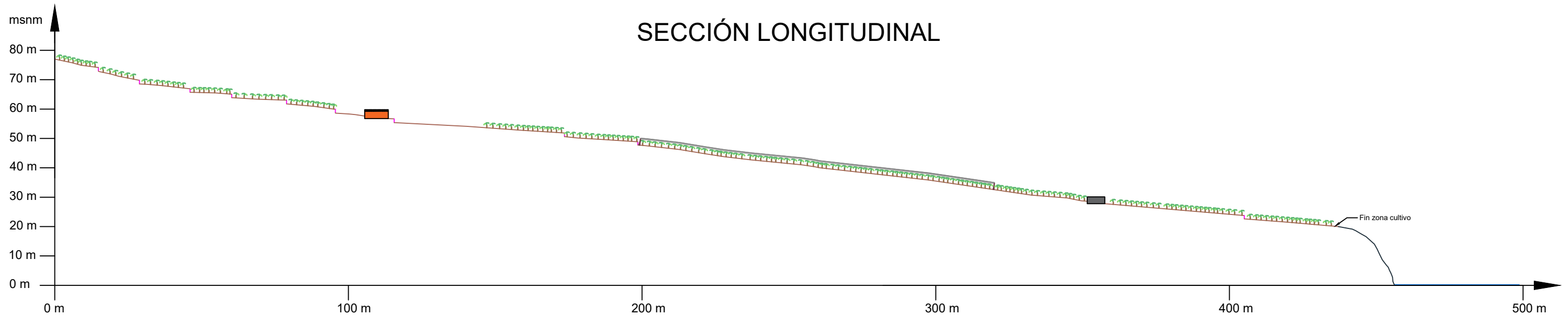
PROYECTO:
 Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

PLANO:
PLANO SITUACIÓN ACTUAL: ELEMENTOS Nº: **2.2**

ESCALA:
1:2250

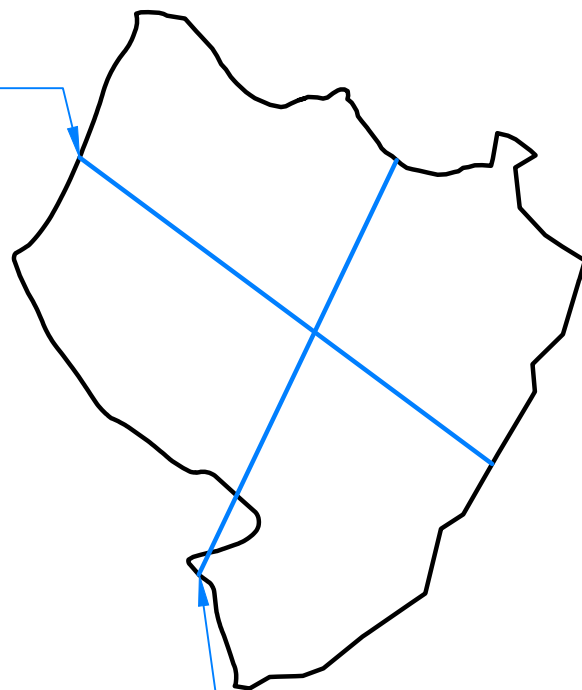
EL ALUMNO:
Sergio
SERGIO LOZANO TÓRTOLA

GRADO:
 Ingeniería Agrícola
 FECHA:
 Julio de 2022



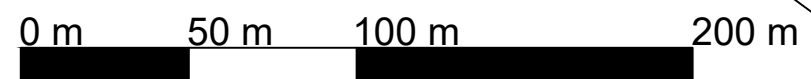
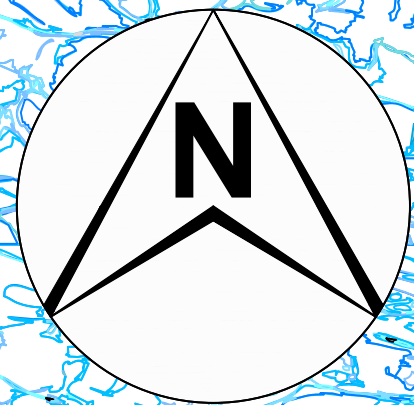
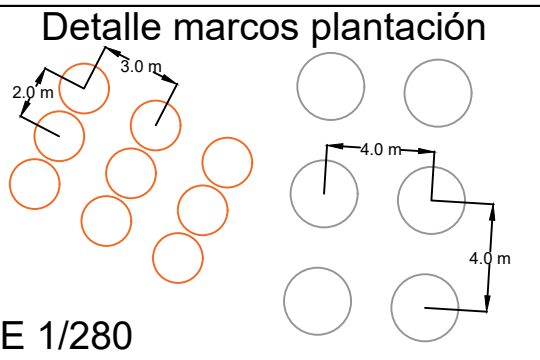
Esquema del emplazamiento

Inicio sección longitudinal



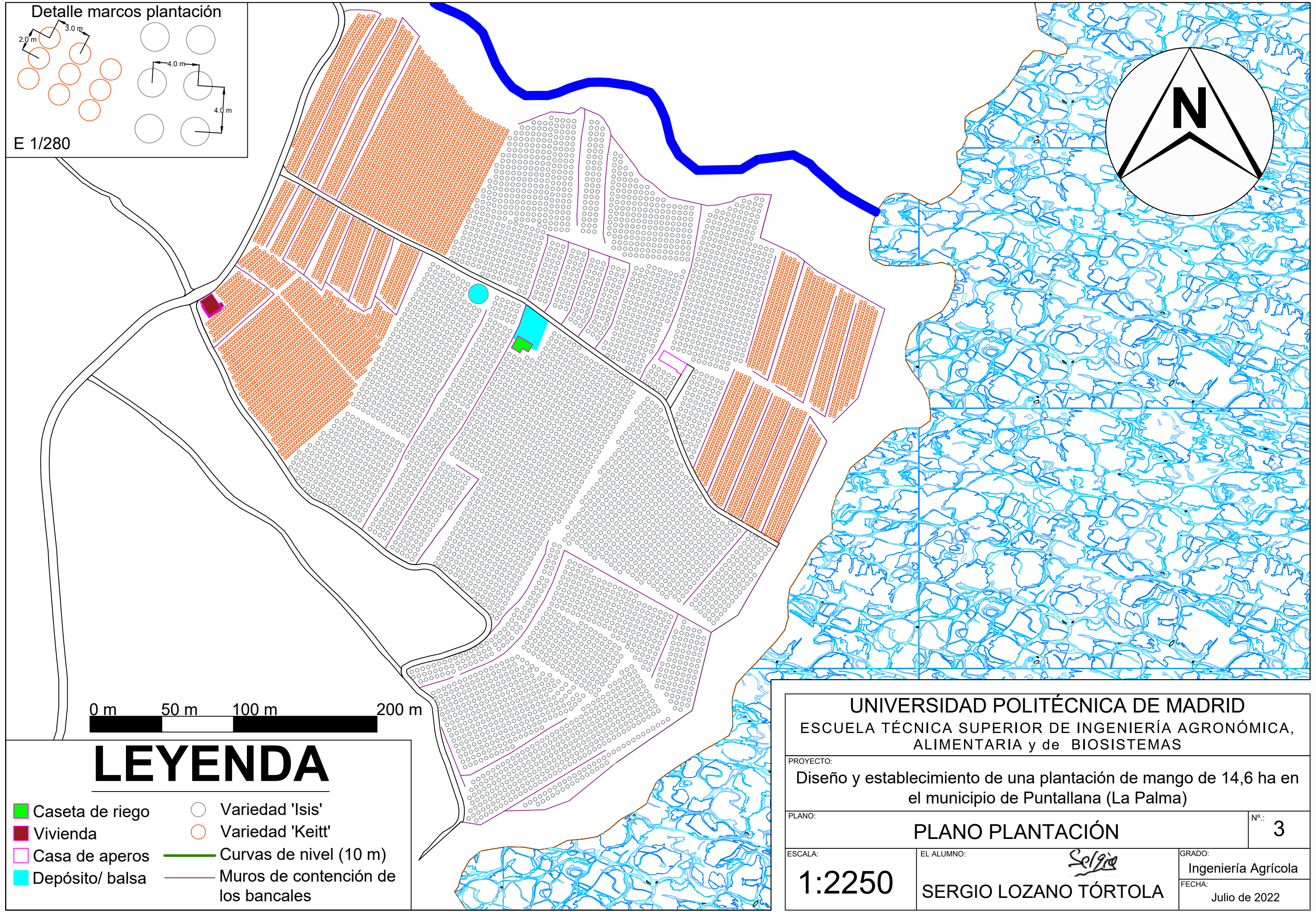
Inicio sección transversal

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID		
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA, ALIMENTARIA y de BIOSISTEMAS		
PROYECTO: Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)		
PLANO: PLANO SITUACIÓN ACTUAL: SECCIONES		Nº: 2.3
ESCALA: 1:2000	EL ALUMNO: <i>Sergio</i> SERGIO LOZANO TÓRTOLA	GRADO: Ingeniería Agrícola
		FECHA: Julio de 2022

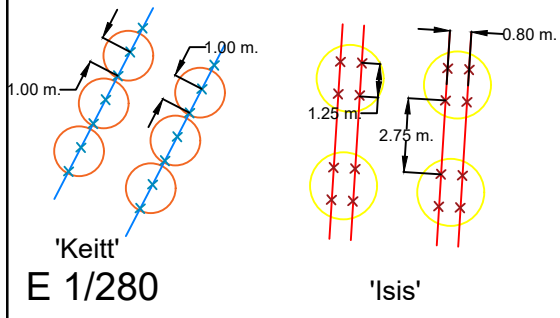


Caseta de riego	Variedad 'Isis'
Vivienda	Variedad 'Keitt'
Casa de aperos	Curvas de nivel (10 m)
Depósito/ balsa	Muros de contención de los bancales

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA y de BIOSISTEMAS		
PROYECTO: Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)		
PLANO: PLANO PLANTACIÓN		Nº: 3
ESCALA: 1:2250	EL ALUMNO: SERGIO LOZANO TÓRTOLA	GRADO: Ingeniería Agrícola FECHA: Julio de 2022

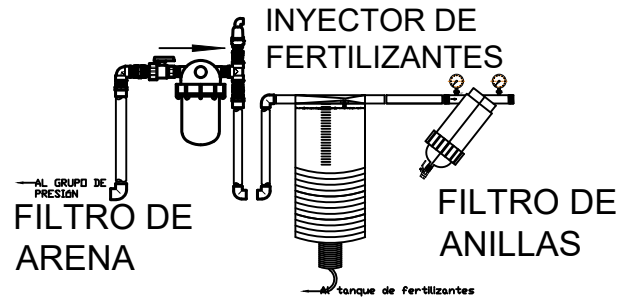


Detalle distancias goteros



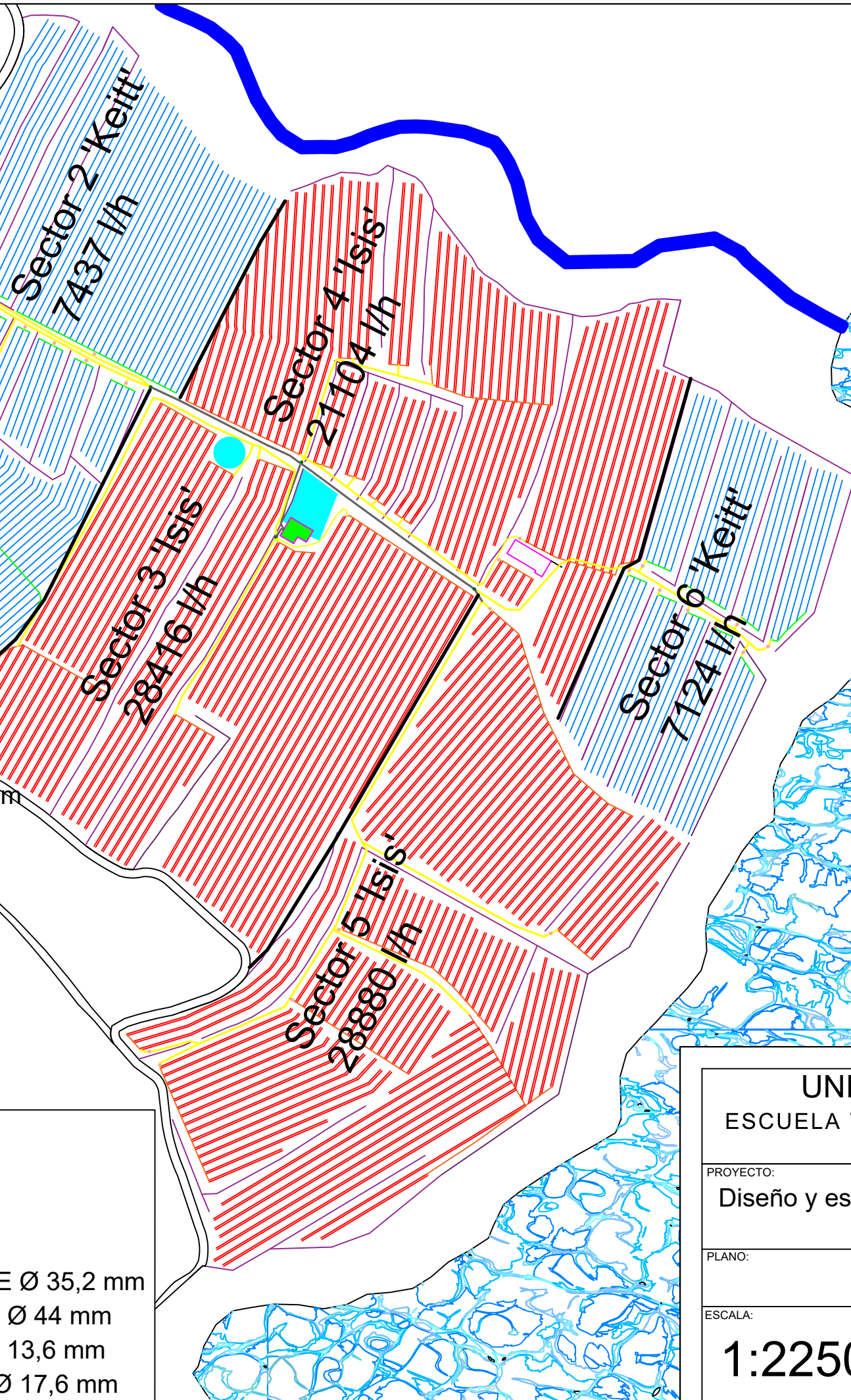
0 m 50 m 100 m 200 m

ESQUEMA CABEZAL RIEGO



LEYENDA

- Caseta con cabezal de riego
- Válv. Reguladora
- Electroválvula
- Principal
- Terciaria 'Keitt' PE Ø 35,2 mm
- Terciaria 'Isis' PE Ø 44 mm
- Secundaria
- Ramal 'Isis' PE Ø 13,6 mm
- Ramal 'Keitt' PE Ø 17,6 mm



<p>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA y de BIOSISTEMAS</p>		
<p>PROYECTO: Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)</p>		
<p>PLANO: PLANO SISTEMA DE RIEGO</p>		<p>Nº: 4</p>
<p>ESCALA: 1:2250</p>	<p>EL ALUMNO: SERGIO LOZANO TÓRTOLA</p>	<p>GRADO: Ingeniería Agrícola</p> <p>FECHA: Julio de 2022</p>



**Diseño y establecimiento de una plantación de
mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La
Palma)**

**DOCUMENTO III. PLIEGO
DE CONDICIONES**

Autor : Sergio Lozano Tórtola

Julio de 2022

ÍNDICE DE CONTENIDO

TÍTULO I. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.....	3
Capítulo I.- Disposiciones generales	3
Capítulo I.- Preparación de la plantación.....	5
Capítulo II.- Recepción de plantas y plantación	5
Capítulo III.- Condiciones de fertilizantes.....	7
Capítulo IV.- Condiciones de cultivo	8
Capítulo V.- Maquinaria	9
Capítulo VI.- Mano de obra	10
Capítulo VII.- Obligaciones del encargado principal.....	10
Capítulo I.- Disposiciones generales	11
Capítulo II.- Descripción de las obras.....	12
Capítulo III.- Materiales y materias primas a utilizar	12
Capítulo IV.- Ejecución de las obras	14
TÍTULO II. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE	
FACULTATIVA.....	16
Capítulo I.- Derechos y obligaciones del contratista y del director de obra.....	16
Capítulo II.- Prescripciones generales relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares.....	19
Capítulo III.- Recepción y liquidación	22
Capítulo IV.- Facultades de la dirección de obras.....	24
TÍTULO III. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE	
ECONÓMICA	24
Capítulo I.- Base fundamental.....	24
Capítulo II.- Garantías de cumplimiento y fianzas	25
Capítulo II.- Precios y revisiones.....	26
Capítulo III.- Certificados y abono de las obras.....	27
Capítulo IV.- Mejora y aumentos de obra.....	31
TÍTULO IV. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	32
Capítulo I.- Contratación	32
Capítulo II.- Obligaciones del contratista	34
Capítulo III.- Disposición final.....	35

TÍTULO I. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

Parte I. Disposiciones generales

Capítulo I.- Disposiciones generales

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas es aplicable únicamente al Trabajo de Fin de Grado “Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)”.

Artículo I. Objeto del pliego

El presente pliego tiene por objeto definir las obras, fijar las condiciones técnicas de los materiales y su ejecución, así como las condiciones generales que han de regir la ejecución de las obras para la puesta en marcha de las mismas con el objetivo de establecer una plantación de mangos en municipio palmero de Puntallana (Santa cruz de Tenerife)

Artículo II. Obras del presente proyecto

Los Planos, el Pliego de Condiciones y el Presupuesto son documentos contractuales que están incluidos en este proyecto. Los datos que se incluyen tanto en la Memoria como en los Anejos a la Memoria tienen carácter informativo.

Si por algún casual se realiza un cambio importante respecto a lo que inicialmente se había planteado se deberá poner en conocimiento de la Dirección Técnica, la cual deberá aprobarlo y redactar el correspondiente proyecto reformado cuando sea necesario.

Artículo III. Obras accesorias no especificadas en el Pliego

Las obras accesorias son aquellas de importancia secundaria o que debido a sus características no hayan podido predefinirse sus necesidades. Se ejecutarán conforme a los proyectos particulares que se redacten desde la dirección técnica, según se vaya conociendo su necesidad, y quedarán sujetas a las mismas condiciones que rigen para las análogas que figuran en la contrata.

Artículo IV. Compatibilidad y relación entre documentos

En caso de contradicción entre los planos y el pliego de condiciones, prevalecerá lo previsto en este último documento. Lo mencionado en los planos y omitido en el pliego de

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

condiciones, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

Artículo V. Director de obra y responsabilidades

El promotor nombrará en su representación a un Ingeniero Técnico Agrícola o un Ingeniero Agrónomo, en quien recaigan las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente proyecto. El Contratista (persona que ejecuta la obra por contrato escrito) proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director, o sus representantes, puedan llevar a cabo sus trabajos con la máxima eficacia. No será responsable el promotor de la tardanza de los organismos competentes en la tramitación del proyecto.

La tramitación es ajena al Ingeniero o director quien, una vez conseguidos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva de las construcciones ejecutadas, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que han contratado o de las faltas y defectos que en éstos puedan existir, bien por la mala ejecución o deficiente calidad de los materiales empleados, sin que le otorgue derecho alguno la circunstancia de que el Director de Obra o sus representantes, no le hayan llamado la atención, ni tampoco el hecho de haber sido valorados en las certificaciones parciales de obra.

El Director Técnico de la explotación será el encargado de llevar todas las cuentas relativas a los flujos de caja, dando un parte mensual a los propietarios de la explotación de estos.

Será obligada la existencia de un libro, donde serán anotadas las Labores de cultivo realizadas, tratamientos empleados, dosis de productos y todos aquellos datos que se consideren de interés, con el fin de poder determinar para el futuro posibles modificaciones.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Parte II. Condiciones técnicas de carácter agrario

Capítulo I.- Preparación de la plantación

Artículo I. Forma general de ejecutar los trabajos

Las obras se ajustarán a Planos y a este Pliego de Condiciones, resolviéndose cualquier discrepancia que pudiera existir, por los Directores de Obra. Si por cualquier circunstancia fuera preciso efectuar alguna variación en las obras a realizar, se redactará el correspondiente proyecto reformado, el cual desde el día de su fecha se considerará parte integral del proyecto original, y por tanto sujeto a las mismas especificaciones de todos y cada uno de los documentos de éste, en cuanto, no se le opongan explícitamente.

Artículo II. Labores de preparación del terreno

En el presente proyecto se detallan las labores que se realizarán en la época señaladas según las especificaciones de los aperos y maquinaria que deberán usarse en las labores de preparación del terreno.

Artículo III. Replanteos

Se llevarán a cabo por personal facultativo, dejando en la superficie señales abundantes, de forma que se garanticen su permanencia e identificación. Se realizarán de acuerdo con las especificaciones y referencias detalladas en los documentos correspondientes del proyecto

Artículo IV. Lluvias copiosas

En caso de lluvias abundantes, la Dirección Facultativa puede suspender las operaciones de preparación del terreno cuando la pesadez de este lo justifique.

Capítulo II.- Recepción de plantas y plantación

Artículo I. Condiciones generales

El plantón deberá tener buen estado sanitario y ser adquirido, siempre que se pueda, en viveros que se sitúen en las cercanías de la plantación. Asimismo, las plantas estarán, en general, bien conformadas, tendrán un desarrollo normal, sin presentar síntomas de carencias nutricionales, enfermedades y sin presencia de heridas.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Dicha planta pertenecerá a la especie y variedades detalladas en los documentos que integran dicho Proyecto, y reunirán las condiciones de edad, desarrollo y trasplante que en este se hayan indicado.

Artículo II. Certificado de pago

La compra se efectuará mediante factura, en la cual se especificará el tipo de planta y su forma de entrega.

Artículo III. Transporte

El transporte se realizará directamente desde el vivero a la finca, con el fin de evitar posibles retrasos que puedan perjudicar a las plantas, y correrá a cargo del promotor.

El vehículo que las transporte, deberá estar cerrado para evitar que las plantas sean dañadas por el frío o la acción del sol.

Artículo IV. Recepción de plantones

Inmediatamente después de la descarga de los plantones, serán desembalados y examinados cuidadosamente, rechazándose los que tengan alguna anomalía por el Ingeniero Director si se considera que no reúnen las cualidades necesarias o si son de especie o variedad distinta a la del pedido. La categoría del patrón debe ser solicitada.

Artículo V. Sanidad

Se deberá asegurar la ausencia de cualquier tipo de plaga o enfermedad en la planta. En caso de no ser así, se exigirá una nueva partida o bien la devolución del importe económico. Se exigirá al vivero de procedencia el certificado fitosanitario expedido por la Jefatura Agronómica u otro registro legal equivalente. Además, se realizará un examen detallado para comprobar la presencia de picaduras de insectos, depósitos de huevos o larvas o ataques de hongos que puedan comprometer la futura plantación.

Artículo VI. Plantación

Previo a la plantación se eliminarán las partes de las raíces que hayan estado dañadas al arrancar los plantones o por transporte y las raíces demasiado largas se rebajarán.

Una vez las plantas se hayan colocado en los hoyos, en sus respectivas posiciones definitivas, se realizará un riego por parte de los mismos operarios que lleven a cabo la plantación (propriadamente dicha). La instalación del sistema de riego será posterior.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Artículo VII. Reposición de marras

Se realizará lo antes posible, en cuanto sean individualizables aquellas que han de ser repuestas.

Capítulo III.- Condiciones de fertilizantes

Artículo I. Normativa legal

Todos los abonos minerales que se utilicen en la explotación han de ajustarse a las normas establecidas en el reglamento (UE) 2019/1009 en sustitución del ya derogado reglamento CE 2003/2003. En las mencionadas circulares se especifica los límites máximos de contaminantes y metales pesados así como otros parámetros de calidad que deben ser exigidos en los propios abonos. No se aceptarán fertilizantes que no hayan sido fabricados bajo esta normativa.

Artículo II. Etiquetado

Todos los abonos que se adquieran para esta futura plantación, harán de haber sido etiquetados conforme al reglamento anteriormente mencionado, mostrando con claridad la cantidad neta, la composición de los mismos y la legislación conforme a la cual han sido etiquetados y fabricados. Se deberá, igualmente indicar en el propio producto el fabricante o envasador, así como una forma de contacto con el mismo.

Artículo III. Riqueza en elementos fertilizantes

La riqueza que posean estos fertilizantes deberá estar expresada en la propia etiqueta conforme al ya mencionado reglamento (UE) 2019/1009 ya sea en forma elemental u oxidada.

Artículo IV. Fraudes

Para evitar un posible fraude en la mercancía, se exigirá a la empresa junto con el contrato y etiquetado, un conjunto de análisis completo de cada fertilizante adquirido. Ante la sospecha de fraude, se inmovilizará la partida en cuestión y se tomarán tres muestras por los técnicos de servicio público que corresponda para su análisis.

Artículo V. Daños y perjuicios

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Si del análisis resultara que el abono tiene la riqueza establecida en el envase o en sus características técnicas, se procederá a devolver dicho abono y pedir al vendedor daños y perjuicios ocasionados.

Artículo VI. Almacenamiento

Los productos fertilizantes se conservarán en condiciones intactas lejos de fuentes de la humedad, con cuidado de no contaminar los productos destinados al consumo humano o animal.

Los abonos deberán ser colocados sobre un suelo de cemento, aislando la primera capa por un entramado de madera o cualquier otro que sea impermeable.

Artículo VII. Aplicación

Se aplicarán las dosis recomendadas en el Anejo correspondiente, siempre y cuando los nuevos análisis de suelo o foliares no varíen sustancialmente la cantidad de elementos nutritivos existentes en el suelo, quedando el director de la explotación autorizado para cualquier rectificación.

Capítulo IV.- Condiciones de cultivo

Artículo I. Poda de formación

Esta labor se realizará atendiendo a los criterios expuestos en el correspondiente Anejo y bajo la supervisión del ingeniero o técnico al mando de la finca.

Se procurará que los encargados de realizar la poda sean personal. Se tendrá especial cuidado de no combinar las podas de las plantas sanas con las enfermas, y se desinfectará el material de poda y las heridas producidas en los árboles, siempre que se pueda.

Artículo II. Riego

Los criterios del riego ya han sido anteriormente expuestos en el anejo V, mostrando un calendario estimado de las dosis y momentos de aplicación. La programación del mismo se hará mediante sensores de humedad estratégicamente ubicados en cada sector de riego.

En condiciones excepcionales, se podrá variar la dosis o el número de riegos, quedando facultado el Director de la explotación para ello.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Existirán en la explotación las piezas de reposición más frecuentes, al igual que las herramientas necesarias, para que no se interrumpa el riego por dicha razón.

Se asegurará la conservación del equipo de riego, presentándole especial atención al material que quede a la intemperie.

Artículo III. Fertirriego

La aplicación del fertirriego se hará de forma automática según un programador. Cualquier problema con el funcionamiento o con su automatización, deberá ser informado un técnico cualificado al respecto.

Capítulo V.- Maquinaria

Artículo I. Características

Se empleará adecuadamente en labores que le sean propias, según se realizó la asignación de maquinaria y equipos en los Anejos correspondientes.

Si por cualquier causa, sea necesario modificar la maquinaria prevista, el encargado de la explotación será el que introduzca las variantes que él estime, siempre y cuando las innovaciones introducidas no modifiquen sustancialmente los principios que rigen la realización de las labores.

Artículo II. Mantenimiento

Esta maquinaria se conservará en buen estado, dedicándole las horas de mantenimiento que le sean necesarias, realizando los oportunos cambios de aceite y filtros cuando sea recomendadas por cada fabricante, engrases, limpieza, así como la inspección técnica de los vehículos.

Artículo III. Almacenamiento

Siempre al finalizar las labores con máquinas o equipos, éstos serán guardados en el almacén destinado a tal efecto, evitando en todo lo posible que la maquinaria permanezca al raso. En caso de que esta hubiese sido alquilada, se podrá guardar en el almacén destinado a ello o bien se directamente devuelta al arrendador, si así procediese, según horas contratadas.

Artículo IV. Utilización

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

En el caso de la entrada en la plantación de maquinaria alquilada, será el Director Técnico de ésta, el encargado de asegurar su correcto funcionamiento. La maquinaria de la explotación sólo se usará en los trabajos para los que está diseñada y no podrá ser manejada por personas inexpertas o sin autorización.

Capítulo VI.- Mano de obra

Artículo I. Contratación

En todo lo referente a la contratación de la mano de obra fija, seguros sociales, seguro de accidentes de trabajo, etc., se seguirán las disposiciones vigentes.

La contratación de la mano de obra eventual se realizará según lo establecido en el Convenio Laboral de Trabajadores Agrarios de la comunidad autónoma en cuestión, en este caso, Canarias.

Artículo II. Jornada laboral

La duración de la jornada laboral será la estipulada en el Convenio Laboral de los Trabajadores Agrarios de la comunidad autónoma en que se ubique la plantación.

Artículo III. Puntas de trabajo

En los periodos punta de trabajo se trabajará en días festivos, recibiendo en este caso un complemento salarial por día festivo trabajado. Fuera de los periodos punta, en la explotación permanecerá un encargado los días festivos realizando la vigilancia de la explotación.

Artículo IV. Mano de obra para maquinaria

En caso de que la maquinaria alquilada precise mano de obra especializada, se contratarán ambas conjuntamente si, en el contrato de alquiler, no está incluido.

Capítulo VII.- Obligaciones del encargado principal

Artículo I. Mantenimiento de la explotación

Es misión del encargado de la explotación frutal llevar la organización y control de la explotación al día, registrando estrictamente los tiempos invertidos en las técnicas de cultivo, su medición, las fechas en las que se realizan, las materias primas empleadas, el personal eventual contratado y su salario, así como el control de la maquinaria.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Artículo II. Cumplimiento de normas

Es responsabilidad obligada cumplir todas las normas de utilización y seguridad en materia de maquinaria, equipos y productos fertilizantes y fitosanitarios.

Cualquier variación que experimenten los precios y/o jornales deberá ser comunicada en un máximo de 48h al propietario.

Artículo III. Copia del encargado

El encargado jefe proveerá una copia de las técnicas de cultivo, jornales, estudio económico, etc., que se incluyen en este Proyecto, así como las condiciones del presente Pliego.

Artículo IV. Facturas

Para la contabilidad, se anotarán y archivarán en forma de facturas y resguardos todas las salidas y entradas en la explotación.

Parte III. Disposición de las obras

Capítulo I.- Disposiciones generales

Artículo I. Objeto de contrato

El objeto de la contrata a la que se refiere este Pliego de Condiciones, Planos y demás documentos que le acompañan es la realización de las obras necesarias para la transformación de la finca objeto del Proyecto.

Artículo II. Planos

La obra se ajustará en cuanto a dimensiones, distribución, cálculos y construcción, al Documento Planos de este Proyecto, así como a las mediciones, cuadros de precios, presupuestos y a las instrucciones verbales o escritas que el Ingeniero Director tenga bien dictar en cada caso particular.

Si fuese preciso a juicio de éste, variar el tipo de la obra, redactará su correspondiente Proyecto reformado.

Artículo III. Sistema general de construcción

Todas las unidades de obra que se detallan serán ejecutas de acuerdo con las buenas normas de la construcción.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Capítulo II.- Descripción de las obras

Artículo I. Localización de las obras

Las obras que comprende el presente Proyecto, se ejecutarán en una finca perteneciente al término municipal de Puntallana (Santa Cruz de Tenerife)

Artículo II. Características de las obras

Las obras se realizarán de acuerdo con los Planos, Presupuesto y Pliego de Condiciones del presente Proyecto, siguiendo las especificaciones de los correspondientes Anejos. La descripción de las obras se detalla en la Memoria y en las Mediciones, quedando definidas en los Planos.

Artículo III. Sistema general de construcción

Todas las unidades de obra que se detallan serán ejecutadas de acuerdo con las buenas normas de la construcción.

Capítulo III.- Materiales y materias primas a utilizar

Artículo I. Generalidades

Todos los materiales que se tengan que emplear en el presente Proyecto, habrán de cumplir con todo rigor las condiciones mecánicas, físicas y químicas sugeridas para cada caso. Cada uno de ellos, deberá cumplir las características citadas en los correspondientes anejos donde han sido descritos.

No se utilizarán otros materiales distintos con características similares, salvo, a falta de los mismos, la Dirección Técnica así lo estime. El Director Técnico se reserva el derecho de ordenar que sean retirados, demolidos o reemplazados, dentro de cualquiera de las épocas de las obras y dentro de sus plazos de garantía, los productos, elementos, materiales, etc., que perjudiquen en cualquier medida el aspecto, seguridad y ejecución de la obra.

Artículo II. Procedencia, traslado y acopio

En cuanto a la procedencia de los materiales, el Contratista decidirá su marca o fábrica de producción, que ha sido previamente aprobado por la Dirección de obra.

El transporte de materiales hasta los lugares de acopio o de empleo se efectuará en vehículos mecánicos adecuados para cada clase de material que, además de cumplir

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

todas las disposiciones legales referentes al transporte, estarán provistos de los elementos que se precisen para evitar cualquier alteración perjudicial del material transportado y su posible vertido sobre las rutas empleadas.

El acopio de los materiales lo efectuará el Contratista, de tal modo que puedan ser revisados todos ellos a pie de obra. El director podrá ordenar, si lo considera necesario, el uso de plataformas adecuadas, cobertizos o edificios provisionales para la protección de aquellos materiales que lo requieran.

Artículo III. Otros materiales

Cualquier otro material o maquinaria, no consignado en el presente Pliego de Condiciones, que sea necesario para llevar a cabo y desarrollar el Proyecto, será elegido por el director de la obra, atendiendo a las razones de seguridad y calidad que estime convenientes.

Artículo IV. Muestras de los materiales

El Contratista presentará oportunamente a la Dirección de obra, muestras de cada clase de materiales para su aprobación. Se indicarán las empresas suministradoras para el oportuno control. Todas las muestras se guardarán, para poder comprobar en su día los materiales empleados.

Todos los gastos ocasionados por moldes, probetas, muestras y reconocimiento por los laboratorios, cualquiera que sea el resultado de la inspección o estudio, serán por cuenta del Contratista, siempre que éstos no superen el límite máximo, que será el 1% del coste total de la obra.

Artículo V. Tuberías hidráulicas

Las tuberías serán de marca de reconocida garantía y se ajustarán en todo a las normas UNE, ISOR y DIN, que establecen las características y métodos de ensayo.

Artículo VI. Prueba de las tuberías

El Ingeniero Director podrá ordenar, en el momento oportuno, la prueba de las tuberías por tramos.

Dicha prueba será de dos clases:

- 1) Prueba de presión interior

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

2) Prueba de estanqueidad

El contratista proporcionará todos los elementos precisos para efectuar estas pruebas, así como el personal necesario; el director de obra podrá mandar sustituir los manómetros o equipos medidores si lo estima conveniente.

Artículo VII. Válvulas

Las válvulas deben requerir las siguientes características:

- Cierre que se efectúe con la ayuda de un muelle inoxidable.
- El cuerpo de la válvula será de hierro fundido.
- La conexión se realizará con bridas
- No debe tener partes mecánicas, de tal modo no requieren de tantomantenimiento por tener un desgaste mínimo.

Artículo VIII. Mano de obra

La Dirección Técnica de la obra podrá retirar los operarios que, a su juicio, no reúnan las condiciones adecuadas para desempeñar su cometido con la suficiente calidad de acabado. El Contratista estará obligado a respetar la legislación vigente en materia de contratación laboral, seguros sociales y Seguridad e Higiene en el trabajo.

En el caso de que una determinada operación necesite una alta cualificación por parte del obrero, la Dirección Técnica podrá solicitar al Contratista la documentación necesaria que acredite la titulación de su personal.

Capítulo IV.- Ejecución de las obras

Artículo I. Orden de las obras

Tanto el orden de las obras como de las labores a realizar, vienen expuestas en los distintos Anejos, los cuales han sido redactados por el Ingeniero proyectista.

El Director Técnico de la obra podrá variar el orden en que se realicen los trabajos, así como introducir nuevas labores, si así lo estima oportuno.

El Contratista estará obligado a realizar todos los trabajos expuestos en el presente Proyecto, así como a cumplir las condiciones que se deriven del Pliego de Condiciones. Además, deberá realizar todo cuanto disponga el Director Técnico, y será de su

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

obligación la realización de cuantos trabajos secundarios sean necesarios, por inobservancia de este artículo.

El Ingeniero Director será la única persona que tendrá el poder de interpretar el Proyecto, no pudiendo efectuar el Contratista ningún cambio sin autorización escrita del mismo.

Artículo II. Conservación de las obras

La obligación de conservar las obras en buen estado, desde el inicio de su ejecución hasta la recepción del acta definitiva, recae en el Contratista, razón por la cual, deberá responder a cualquier falta que se contemple por parte de la Dirección Técnica de la obra.

Durante el periodo que comprende el contrato, la Dirección Técnica de la obra puede realizar las inspecciones necesarias. En este caso el Contratista o un delegado deberá acompañar a la Dirección Técnica en las visitas inspectoras.

Artículo III. Replanteo

El replanteo general de la obra se efectuará antes de dar comienzo la misma, estando presentes el Ingeniero Director, auxiliado por personal subalterno, y el contratista o su representante legal.

El acta se firmará por duplicado, tanto el director de obra como el Contratista; una de las actas se unirá al expediente y la otra se le entregará al Contratista.

Si la Dirección Técnica estima alguna modificación, éste deberá redactar en el plazo de 15 días junto con una estimación razonada del importe de las modificaciones.

Serán de cuenta exclusiva del Contratista, todos los gastos que ocasione el replanteo y bajo ningún pretexto, podrán alterarse los puntos de referencia que se fijarán para el comienzo de ejecución de las obras. También será de su obligación, la custodia y reposición de las señales que se establezcan en el replanteo.

Artículo IV. Excavación de las zanjas

Las zanjas pueden abrirse a mano o mecánicamente, pero, en cualquier caso, su trazado debe ser correcto, perfectamente alineado en planta y con la rasante uniforme.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Los nichos que eventualmente sean necesarios abrir en el fondo para las juntas, no deben efectuarse hasta el momento de montar los tubos y a medida que se verifique esta operación, para asegurar su posición y conservación. Si al excavar hasta la línea necesaria, según las dimensiones indicadas en los planos, quedaran al descubierto piedras, cimentaciones, rocas, etc., será necesario excavar por debajo de dicha línea, para efectuar un relleno posterior.

El relleno de estas excavaciones complementarias se efectuará preferentemente, con arena suelta, grava o piedra machacada, siempre que los elementos más gruesos no excedan de dos centímetros (2 cm). Estos rellenos se apisonarán, cuidadosamente por tongadas.

Artículo V. Montaje de los tubos y relleno de las zanjas

Para proceder al relleno de las zanjas se precisa autorización expresa del Ingeniero Director, para realizar este relleno se cumplirán las normas especificadas

Artículo VI. Aportación de equipo y maquinaria.

El Contratista queda obligado a aportar a las obras el equipo y de maquinaria y medios auxiliares que fueran precisos, para la buena ejecución de aquellas en los plazos parciales y totales convenidos en el contrato.

Con independencia de las condiciones particulares específicas que se exigen a los equipos necesarios para ejecutar las obras, todos los equipos que se empleen deberán estar disponibles con la suficiente antelación al comienzo de la unidad de obra para la que están destinados, con el fin de que el Director de Obra los pueda inspeccionar en todos sus aspectos, incluso en el de su potencia y rendimiento, que deberán ser adecuados para la realización de los trabajos que han sido programados dentro del plazo.

TÍTULO II. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

Capítulo I.- Derechos y obligaciones del contratista y del director de obra

Artículo I. Ejecución de las obras

El contratista ordenará los trabajos de la forma más eficaz para la perfecta ejecución de éstos, y las obras se realizarán siempre siguiendo las instrucciones dadas por el Director

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

de Obra. Si a juicio del Ingeniero hubiese alguna parte de la obra mal ejecutada, tendrá el contratista la obligación de resolverla y volverla a ejecutar cuantas veces sea necesario hasta que merezca la aprobación, no teniendo por esta causa derecho a percibir indemnización ninguna.

Artículo II. Presencia del contratista en la obra

El Contratista o aquel en quien delegue, estará en la obra durante la jornada laboral, y acompañará al Director de Obra, en las visitas que este realice a la obra, facilitándole la información que éste requiera, en el plazo que el Director de Obra juzgue oportuno.

Artículo III. Oficina

El Contratista habilitará en la obra un lugar adecuado y resguardado de la intemperie, donde puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina el Contratista tendrá siempre una copia de todos los documentos del proyecto que le hayan sido facilitados por el Director de Obra, e igualmente el libro de órdenes.

Artículo IV. Residencia del Contratista

Desde el comienzo de las obras hasta su recepción definitiva, el Contratista o su representante, deberá residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos, no pudiendo ausentarse de él sin previo aviso al Director de Obra, notificándole por escrito la persona que en su ausencia le va a representar en todas sus funciones.

Artículo V. Procedencia de materiales

Será obligación del Contratista avisar al Ingeniero Director de la procedencia de los materiales que vayan a ser utilizados, con la antelación suficiente al momento de su empleo, para que puedan realizarse los oportunos análisis.

Artículo VI. Mantenimiento de las máquinas y útiles de trabajo

El Contratista deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de la maquinaria, herramientas y útiles de trabajo que pudiera necesitar para la ejecución de las distintas unidades de obra, siendo el único responsable de su mantenimiento, y de los accidentes que, derivados de la ausencia de este, pudieran producirse.

Artículo VII. Precios de aplicación

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

El contratista se compromete a ejecutar los precios que se relacionan en el Documento Presupuesto y cuantas unidades ordene el Ingeniero Director de obra.

Artículo VIII. Reclamaciones contra las órdenes del director

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, sólo podrán presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en el Pliego de condiciones correspondiente.

Contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, quien podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio en tipo de reclamaciones.

Artículo IX. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero Director

El contratista no podrá recusar al personal de cualquier índole dependiente de la Dirección de Obra o de la empresa propietaria encargada de la vigilancia de las obras.

Asimismo, no podrá solicitar que por parte de la empresa propietaria se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Artículo X. Faltas y multas

Todas las faltas que el contratista cometa durante la ejecución de las obras, así como las multas a que diere lugar por contravenir las disposiciones vigentes son exclusivamente de su cuenta, sin derecho a indemnización alguna.

Artículo XI. Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad, o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus operarios cuando el Ingeniero Director lo reclame.

Artículo XII. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones a los documentos del proyecto

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o de los planos, las órdenes o instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Contratista, estando este obligado a su vez a devolverlos suscribiendo con su firma.

Artículo XIII. Reclamaciones contra las Órdenes del Director de Obra

Las reclamaciones que el Contratista quisiera hacer a las órdenes dadas por el Director de Obra, sólo podrá presentarlas, a través del mismo, ante la propiedad si ellas son de orden económico. Contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Director de Obra no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, mediante exposición razonada dirigida al Director de Obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Artículo XIV. Cumplimiento de las disposiciones legales

Serán de cuenta del Contratista los seguros, cargas sociales, etc., a que obliga la legislación vigente, haciéndose responsable del no cumplimiento de esta condición. Todos los trabajos se realizarán con arreglo a las disposiciones vigentes de seguridad en el trabajo, haciéndose responsable el Contratista de los accidentes o daños que pudieran ocasionarle por su no cumplimiento.

Artículo XV. Comprobaciones

Durante la ejecución de la obra, el Contratista queda obligado a someterse a toda clase de verificaciones que se soliciten por el Ingeniero Director, y a estar representado en todas las operaciones, tales como desmontajes, ensayos, etc. Todas estas operaciones serán de cuenta y riesgo suyos.

Capítulo II.- Prescripciones generales relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares

Artículo I. Normas generales

El Contratista debe presentar a la Dirección Técnica de la obra, un documento donde, expresamente, se cite el inicio de los trabajos, el calendario y plazo de ejecución de las obras. Dicho documento debe ser aceptado por la Dirección Técnica y firmado, posteriormente por el Contratista y la Dirección Técnica.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Las obras deben finalizar, obligatoriamente, en el plazo de ejecución acordado entre el Contratista y la Dirección Técnica de la obra.

En ningún caso, el Contratista podrá variar el orden y calendarios de las obras, y tampoco podrá suspender o reducir los trabajos, alegando retrasos en los pagos.

En caso de producirse cualquier situación imputable al Contratista y fuera necesario ampliar el periodo de ejecución de las obras, este puede ser concedido mediante una prórroga de tiempo, por previo acuerdo de la Dirección Técnica de la obra.

Artículo II. Libro de Órdenes

El Contratista tendrá siempre en la oficina a pie de obra y a disposición del Director de Obras, el Libro de Órdenes, por duplicado, en el que se redactarán las órdenes que crea oportuno dar al Contratista para adoptar las medidas precisas que eviten, en lo posible, los accidentes de todo género que puedan sufrir los obreros, el personal ajeno a la obra o las fincas colindantes, y las que crea necesarias para subsanar las posibles deficiencias constructivas que haya observado en sus visitas a la obra, y en suma todas las que juzgue indispensables para que los trabajos se lleven a cabo, de acuerdo con los documentos del presente proyecto.

El hecho de que el citado libro no contenga redactadas las órdenes que ya preceptivamente tiene la obligación de cumplir el Contratista, de acuerdo con lo establecido en el Pliego de Condiciones, no supone eximente ni atenuante alguna para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

Artículo III. Comienzo de los trabajos y tiempo de ejecución

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir 24 horas de su iniciación. El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta el Ingeniero Director del día que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo.

La ejecución se iniciará a mediados de agosto, según lo establecido en el Calendario de ejecución y reflejado en la Memoria de dicho Proyecto.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en el Reglamento Oficial del Trabajo.

Artículo IV. Trabajos defectuosos

El Contratista deberá emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Pliego de Condiciones Técnicas, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados, de acuerdo a lo especificado en dicho documento.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, el Ingeniero Director podrá disponer que las obras defectuosas sean demolidas, y construidas de acuerdo con lo contratado.

Artículo V. Obras y vicios ocultos

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesaria para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario correrán a cargo del propietario.

Artículo VI. Materiales no utilizables o defectuosos

Se considera material o aparato no utilizable en las obras, aquel que no cumpla los siguientes requisitos:

- Materiales cuyas características no coincidan con las condiciones citadas en el Pliego de Condiciones u otros documentos del Proyecto.
- Materiales que no hayan sido examinados y aceptados por la Dirección Técnica de la obra.
- Materiales que no tengan la calidad exigida.

Si la Dirección Técnica clasifica como material no utilizable, un material o medio que va a ser empleado en la obra, el Contratista tiene la obligación de sustituir dicho material por otro que cumpla las exigencias expuestas por la Dirección de Obra.

Además, todos los gastos que se generan por este concepto correrán a cuenta del Contratista.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Artículo VII. Medios auxiliares

Se considera como medios auxiliares toda la herramienta, maquinaria o aparatos de trabajo, elementos de protección, elementos de señalización y demás medios auxiliares, que sean necesarios para un buen desarrollo ejecutivo de la construcción y aspectos de las obras, aunque no se detalle expresamente estipulado en el Pliego de Condiciones.

El aporte de los medios auxiliares corre a cargo del Contratista, así como su reposición por pérdida, avería y las responsabilidades por insuficiencia de los medios auxiliares en la obra.

Se consideran obligatorios los medios auxiliares exigidos por los reglamentos españoles vigentes.

Todas las instalaciones necesarias para la ejecución de la obra, deben ser instaladas y retiradas tras su finalización, por cuenta del Contratista.

Artículo VIII. Pérdidas

El Contratista no tendrá derecho ni a reclamaciones ni a indemnizaciones de ningún tipo, por causas de pérdidas o perjuicios ocasionados en las obras, excepto en los casos de fuerza mayor.

Capítulo III.- Recepción y liquidación

Artículo I. Recepción provisional

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Ingeniero Director de la Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado. Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de un año. Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra. Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

Artículo II. Plazo de garantía

El periodo de garantía será el señalado en el contrato, y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Propietario contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

Artículo III. Recepción definitiva

Terminado el periodo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinen en este Pliego.

Si un nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

Artículo IV. Liquidación final

Cuando se dan por terminadas las obras se debe proceder al abono, donde se incluye el importe de las unidades de obra realizadas, y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por el Director Técnico con sus precios.

El Contratista no podrá formular reclamaciones por aumentar la obra, que no estuvieran autorizados por escrito en la entidad propietaria, con visto bueno de la Dirección Técnica.

Artículo V. Liquidación en caso de rescisión

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatario, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

Artículo VI. Gastos varios

Los gastos de replanteo, inspección, ensayos y liquidación, así como de vigilancia a pie de obra, serán a cargo del Contratista de acuerdo con la legislación vigente y cifrándose la última en el trabajo de un Oficial de primera a pie de obra en el transcurso de la duración de todos los trabajos.

Artículo VII. Devolución de la fianza

Aprobada la recepción y liquidación definitiva, se le devolverá la fianza al Contratista.

Capítulo IV.- Facultades de la dirección de obras

Artículo I. Facultades de la dirección de obras

El director de obra tendrá plena potestad para ordenar la paralización de las actividades o el inicio de éstas, tal y como se establece a lo largo del presente Pliego de Condiciones.

El Contratista queda obligado a cumplir las disposiciones dictadas por el director de obra, de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones.

El Director de obra puede recusar incluso al Contratista, con causa justificada y si considera que adoptar esta resolución es útil y necesaria, para la debida marcha de la obra.

TÍTULO III. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

Capítulo I.- Base fundamental

Artículo I. Preliminar y base fundamental económica

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete y ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Percibirá el importe de todos los trabajos efectuados, siempre que éstos se hayan realizado conforme a las especificaciones dadas en el proyecto, o por el Director de Obra en lo que le compete.

Capítulo II.- Garantías de cumplimiento y fianzas

Artículo I. Garantías de cumplimiento

El Director de Obra podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades, al objeto de cerciorarse si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato. Dichas referencias, caso de ser requeridas, deberán presentarse antes de la firma del contrato.

Artículo II. Fianzas

El contratista deberá depositar una fianza a fin de responder al cumplimiento de lo contratado.

La fianza se acordará de mutuo acuerdo entre el Contratista y el Director de Obras, y en su defecto, se realizará un depósito en metálico, de un 10% del valor de la obra contratada, antes de la firma del contrato.

Artículo III. Devolución de fianzas

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo no superior a ocho días después de la firma del Acta de Recepción Definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, mediante certificación del Alcalde del pueblo, en cuyo término se haya enclavada la obra, que no existe reclamación alguna contra él, por daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos durante la obra.

Si el Propietario creyera conveniente hacer recepciones parciales, no por ello tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

Artículo IV. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas. El Director de Obra, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Propietario

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

en caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar el importe de los gastos en las unidades de obra que no fueran de recibo.

Capítulo II.- Precios y revisiones

Artículo I. Precios y gastos

Los precios base del contrato, serán los establecidos en el Presupuesto de este Proyecto, siendo susceptible de revisión si la fecha de ejecución del contrato excede de seis meses, a partir de la fecha de redacción del presente Proyecto. Corresponde a la propiedad y al Contratista la revisión de los precios, de acuerdo con la legislación vigente al respecto. Por otro lado, todos los gastos hasta la terminación y entrega de las obras corren a cargo el Contratista y no habrá posibilidad de alteración de la cantidad establecida por incremento de los precios en los materiales o medios necesarios salvo que se produzca un exceso del 5 % del importe de la obra hasta la fecha prevista para la terminación.

Artículo II. Precios contradictorios

En el caso de tener que fijar un nuevo precio se recurrirá a los precios contradictorios; éstos son precios establecidos por la necesidad de nuevas unidades de obra no contempladas y que debe formular el Contratista para que la Dirección Técnica, a su criterio estudie la posibilidad de aceptar los nuevos precios en el Presupuesto del Proyecto. Se procederá al estudio de la siguiente forma:

- El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que a su juicio debe aplicarse a la nueva unidad.
- La Dirección Técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse.
- Si ambos son coincidentes, se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.
- Si no fuese posible conciliar por simple discusión los resultados, el Sr. director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, de la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

- Si las modificaciones planteadas superan el 10 % del Presupuesto establecido de este Proyecto, se deberá redactar un Proyecto con un nuevo Presupuesto, el cual no puede superar el 20 % del presupuesto inicial.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Sr. director ya concluirlo a satisfacción de éste.

Artículo III. Reclamación de aumento de precios

Si el Contratista antes de la firma del Contrato no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna no podrá, bajo la argumentación de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el Cuadro de Precios correspondiente del Presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores numéricos en las unidades de obra o en su importe se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de rescisión de contrato señalados en los documentos relativos a las “Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa”, sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubiese hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación.

Artículo IV. Revisión de precios

La revisión de los precios tras haber contratado las obras, no se podrá llevar a cabo ya que se entiende que los precios contratados no pueden presentar tal variación en el tiempo de ejecución de las obras.

Si la duración excede del año, se podrá pedir una revisión de precios, estimada por la variabilidad del coste de los jornales, materiales y transporte.

Capítulo III.- Certificados y abono de las obras

Artículo I. Trabajos de administración

Corresponde al Contratista el pago de los honorarios del personal administrativo necesarios, así como los peritajes y documentos necesarios para la administración,

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

compra de materiales, mano de obra y otros que comprende este Proyecto, liberando a la propiedad de cualquier carga en concepto de estos trabajos.

Artículo II. Abonos de las obras

El Contratista tiene derecho al abono de la obra que realmente ha ejecutado, a sus modificaciones aprobadas y a las órdenes por escrito por la parte de la Dirección Técnica de la obra. Todas las obras serán abonadas según el número total de unidades ejecutadas en el Cuadro de Precios.

Para el abono de los trabajos, mensualmente se harán mediciones y estimaciones oportunas, y se deben tener en cuenta todas las unidades de obra ejecutadas con arreglo a los precios convenidos o presupuestados para cada una, y se levantarán las actas correspondientes, firmando su conformidad el Director de obra y el Contratista.

Artículo III. Certificaciones

La empresa Contratista tiene derecho mensualmente a recibir las certificaciones correspondientes por la ejecución de los trabajos realizados.

Así mismo, para que éstas se puedan recibir, el Contratista tiene la obligación de hacer constar mensualmente las mediciones de las obras realizadas para que la Dirección Técnica pueda comprobar la veracidad de éstas sobre el terreno, mediante su revisión.

Si la Dirección de la obra estima que el trabajo ha sido realizado correctamente, dispondrá de 10 días desde su aprobación para abonar cada una de las certificaciones correspondientes.

Artículo IV. Abonos que percibir por rescisión de contrato

Cuando por cualquier causa se efectuase la rescisión de contrato, las obras incompletas ejecutadas se abonarán, así como los materiales ya empleados, con arreglo a la descomposición definida en el Cuadro de Precios.

Cuando la rescisión de contrato sea por falta de pago o suspensión de obras por un plazo superior a un año, se deberá abonar las obras ejecutadas, así como los materiales ya empleados, más una indemnización a favor del Contratista que debe de ser fijada por la Dirección Técnica de la obra. Dicha indemnización no podrá superar el 3 % del valor de las obras que aún faltan por ejecutar. No habrá posibilidad de indemnización, cuando la rescisión de contrato sea a causa de incumplimiento de los plazos de la obra.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Artículo V. Liquidación definitiva

La redacción de la liquidación definitiva es obligación del director de obra. Esta debe realizarse en el plazo de tres meses, a partir de la fecha de la recepción definitiva; además es obligatorio dar cuenta de estas al Contratista.

Puede darse la situación que el Contratista no esté de acuerdo con la Liquidación definitiva, y en este caso, él debe dirigirse al Director Técnico de la obra mediante un escrito donde se reflejen sus estimaciones, para que sean conocidas por la parte contratante de la obra.

Cuando haya sido resuelto, bien por aprobación o denegación, los reparos por parte del Contratista y la Dirección de la obra deben comunicar la resolución de aquél.

Artículo VI. Valoración de la obra

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad determinada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el contratista.

Artículo VII. Mediciones parciales y finales

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda de haberse verificado la medición y en los documentos que le acompañan, deberán aparecer la confirmación del Contratista o de su representante legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

Artículo VIII. Equivocaciones en el presupuesto

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto y, por tanto, al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

discrepancia alguna en cuanto afecta a medidas o precios, de tal suerte que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna. Si, por el contrario, el número de unidades fuera inferior se descontará del Presupuesto.

Artículo IX. Valoración de las obras incompletas

Cuando por consecuencia de la rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

Artículo X. Carácter provisional de las liquidaciones parciales

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva, en todo momento, y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto deberá presentar dicho Contratista los comprobantes que se exijan.

Artículo XI. Pagos

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Artículo XII. Suspensión por retraso de pagos

No podrá el Contratista, en ningún caso, suspender los trabajos o reducir a menor escala de la que proporcionalmente le corresponda con arreglo al plazo de terminación de las obras al alegar retraso en los pagos o en cualquier otra circunstancia.

Artículo XIII. Indemnización por retraso de los trabajos

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causa de retraso injustificado en el plazo de terminación de las obras contratadas será el importe de la

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

Artículo XIV. Indemnización por daños de causa mayor al contratista

El Contratista no tendrá derecho a indemnizaciones si los perjuicios son ocasionados por causas que no sean de fuerza mayor, considerando estas:

- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los daños producidos por terremotos y maremotos.
- Los producidos por vientos huracanados, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.
- Los destrozos ocasionados violentamente a mano armada, robos, etc.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra, ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá los medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc. propiedad de la contrata.

Capítulo IV.- Mejora y aumentos de obra

Artículo I. Mejoras de obras

No se admitirán mejoras de obras, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán variaciones en las unidades de obra contratadas, salvo caso de error en las Mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene también por escrito, la ampliación de las contratadas.

Artículo II. Seguro de los trabajos

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan, pro contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones como el resto de los trabajos de la construcción.

En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por siniestro y que no se hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

TÍTULO IV. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

Capítulo I.- Contratación

Artículo I. Contrato de la obra

Es obligatorio formalizar un contrato para llevar a cabo las obras, dicho documento puede ser privado o público.

La ejecución de todas las obras que se contemplan en el Proyecto, serán contratadas por unidades de obra ejecutadas, según se disponen en los diferentes documentos de que consta el Proyecto. Además, el número de unidades serán fijas ya que son conocidas previamente. Es obligatorio establecer un plazo de ejecución de las obras, que será por convenio entre la Dirección Técnica y el Contratista. Además, es obligatorio disponer de un plazo de garantía en las obras, que será de un año.

Artículo II. Contratación

Podrán ser Contratistas todas aquellas personas físicas o jurídicas que estén inscritas legalmente en el Registro de Sociedades Mercantiles e Industriales contando con los permisos necesarios para acometer los trabajos en concurso.

Artículo III. Adjudicación

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

La adjudicación de las obras se realizará por el procedimiento de contratación directa. El adjudicatario deberá obtener todos los permisos y licencias necesarias para la ejecución de las obras.

Artículo IV. Causa de rescisión de contrato

Para que pueda suceder la situación de rescisión de contrato de las obras, debe producirse alguna de las siguientes situaciones:

- Incapacitación o muerte del Contratista.
- Caso de entrar en quiebra la empresa contratada.
- Si se produce la suspensión de la obra comenzada por un plazo superior a un año.
- Si se supera el plazo de ejecución de la obra.
- Por incumplimiento de las condiciones acordadas en el contrato.
- El abandono de los trabajos sin causa justificada.
- Mala fe en la ejecución de los trabajos.

Artículo V. Liquidación en caso de rescisión

Siempre que se rescinda el contrato por causa ajena o falta de cumplimiento del Contratista, se abonarán a éste todas las obras ejecutadas con arreglo a las condiciones prescritas, y a todos los materiales a pie de obra, siempre que sean de recibo y en cantidad proporcional a la obra pendiente de ejecución, y aplicándose a éstos los precios que fija el Ingeniero.

Cuando la rescisión de la contrata sea por incumplimiento del Contratista, se abonará la obra hecha si es de recibo y los materiales acopiados al pie de la misma, descontándose un 15 % en cantidad de indemnización por daños y perjuicios, sin que, mientras duren estas negociaciones pueda entorpecer la marcha de los trabajos.

Artículo VI. Arbitrajes

Las dos partes se comprometen a someterse en sus diferencias al sistema de arbitraje que esté normalizado por el Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos.

En caso de no llegarse a un acuerdo por este procedimiento, se recurrirá a la jurisdicción de las autoridades y tribunales administrativos, con arreglo a la legislación vigente.

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Capítulo II.- Obligaciones del contratista

Artículo I. Accidentes de trabajo y daños a terceros

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos en legislación vigente y, siendo en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista estará obligado a adoptar las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios que se generen por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, y pudiera acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar dichas disposiciones legales. El Contratista será único responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúan las obras como en las contiguas. Será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando ello hubiera lugar de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

Artículo II. Suministro de los materiales

El Contratista aportará aquellos materiales que se precisen. La propiedad se reservará el derecho de aportar a la obra aquellos materiales o unidades que estime la beneficiarán, en cuyo caso se deducirá en la liquidación correspondiente la cantidad contratada, y con precios de acuerdo e iguales al presupuesto aceptado.

Artículo III. Otras obligaciones

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

El Contratista tiene la obligación de ejecutar cuanto sea necesario para la realización de los trabajos, aunque no se halle expresamente determinado en este Pliego, siempre que lo disponga el Ingeniero Director.

Capítulo III.- Disposición final

Artículo I. Disposición última

Para las partes no previstas en el presente Pliego de Condiciones, serán de aplicación, con carácter de norma supletoria, los preceptos del Texto Articulado de la Ley y Reglamento General de Contratación, actualmente vigentes.

Todas las obligaciones y derechos que deben de cumplir ambas partes del proyecto se determinan y regulan en los diferentes documentos de los que se compone este Proyecto, sin olvidar cualquier normativa vigente que debe ser aplicada sobre el mismo

En Madrid a 7 de julio de 2022



Fdo.: Sergio Lozano Tórtola

El alumno del grado Ingeniería Agrícola



**Diseño y establecimiento de una plantación de
mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana
(La Palma)**

**DOCUMENTO IV.
PRESUPUESTO**

Autor : Sergio Lozano Tórtola

Julio de 2022

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Mediciones.....	3
2. Cuadro de precios N°1	7
3. Cuadro de precios N°2	9
4. Presupuesto por capítulos.....	14
5. Resumen general del presupuesto.....	18

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

1. Mediciones

1 ACTUACIONES PREVIAS

Nº	Ud	Descripción						Medición
1.1.- Demoliciones								
1.1.1	M ²	Demolición de forjado metálico de estructuras de protección de cultivos	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Suma total de superficie cubierta por estructuras de protección en el actual emplazamiento en metros cuadrados</i>	29500				29.500,000	
							<u>29.500,000</u>	29.500,000
1.1.2	M ³	Demolición de depósitos de hormigón armado	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Total metros cúbicos de hormigón a eliminar de los depósitos innecesarios</i>	35				35,000	
							<u>35,000</u>	35,000
1.1.3	M ²	Demolición de estructuras de hormigón y ladrillo de baja altura	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Suma de todas las estructuras a demoler en metros cuadrados</i>	435				435,000	
							<u>435,000</u>	435,000
1.2.- Limpieza del terreno								
1.2.1	M ²	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie total del terreno en estado de abandono en metros cuadrados</i>	32400				32.400,000	
							<u>32.400,000</u>	32.400,000
1.3.- Arranque de plataneras								
1.3.1	M ²	Supresión de plataneras	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie total cultivada de platanera en metros cuadrados</i>	112000				112.000,000	
							<u>112.000,000</u>	112.000,000
1.4.- Adecuación del suelo del entorno								
1.4.1	Ha	Subsolado del terreno.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Total superficie a subsolar en hectáreas</i>	14,55				14,550	
							<u>14,550</u>	14,550
1.4.2	Ha	Laboreo secundario del terreno.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Total de superficie a arar expresada en hectáreas</i>	14,55				14,550	
							<u>14,550</u>	14,550

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

2 ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

Nº	Ud	Descripción						Medición
----	----	-------------	--	--	--	--	--	----------

2.1.- Abonado de fondo

2.1.1	Ha	Pase sobre el terreno de tractor de 150 CV con abonadora centrífuga	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie total a fertilizar expresada en hectáreas</i>	14,55				14,550	
							14,550	14,550

2.2.- Replanteo y Marqueo

2.2.1	Ha	Replanteo con tractor guiado mediante GPS de alta precisión que introduce estacas en el suelo a medida que avanza.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Total terreno a marcar, sin distinguir entre ambas variedades, expresado en hectáreas</i>	14,55				14,550	
							14,550	14,550

2.3.- Realización de hoyos para colocar los árboles

2.3.1	Ud	Apertura de hoyos de 30 cm de diámetro y 45 cm de profundidad mediante barrena ahoyadora	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Número de hoyos a abrir para el establecimiento de la variedad 'Isis' (total)</i>	5850				5.850,000	
		<i>Número de hoyos a abrir para el establecimiento de la variedad 'Keitt' (total)</i>	4900				4.900,000	
							10.750,000	10.750,000

2.4.- Plantación de los árboles de mango

2.4.1	Ud	Plantación de árbol de mango variedad 'Isis'	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Total árboles de mango de la variedad 'Isis' a plantar</i>	5850				5.850,000	
							5.850,000	5.850,000
2.4.2	Ud	Plantación de árbol de mango variedad 'Keitt'	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Total árboles de mango de la variedad 'Keitt' a plantar</i>	4900				4.900,000	
							4.900,000	4.900,000

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

Nº	Ud	Descripción						Medición
3.1.- Secundaria y principal								
3.1.1	M	Excavación de pequeñas zanjas para alojamiento de la red de las tuberías primarias y secundarias	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
<i>Medición total de tuberías primarias y secundarias sobre plano</i>			1834				1.834,000	
							1.834,000	1.834,000
3.2.- Terciaria								
3.2.1	M	Excavación de pequeñas zanjas para alojamiento de la red de riego e introducción de tubería terciaria en las mismas. Var 'Isis'	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
<i>Total metros de portarramales para la variedad 'Isis' medido sobre plano</i>			878				878,000	
							878,000	878,000
3.2.2	M	Excavación de pequeñas zanjas para alojamiento de la red de riego e introducción de tubería terciaria en las mismas. Var 'Keitt'	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
<i>Total longitud de tubería portarramales para la variedad 'Keitt' medido sobre plano</i>			548				548,000	
							548,000	548,000
3.3.- Laterales								
3.3.1	M	Tubería de riego por goteo, variedad 'Isis'	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
<i>Total metros lineales tubería ramal portagoteros para variedad Isis medida sobre plano teniendo en cuenta el doble lateral</i>			48297,6				48.297,600	
							48.297,600	48.297,600
3.3.2	M	Tubería de riego por goteo, variedad 'Keitt'	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
<i>Total metros lineales tubería ramal portagoteros para variedad Keitt para una única goma por fila de árboles</i>			10202,9				10.202,900	
							10.202,900	10.202,900
3.4.- Instalación de válvulas de cierre y reguladoras de presión								
3.4.1	Ud	Electroválvula.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
<i>Total a instalar según indicaciones proyectista</i>			3				3,000	
							3,000	3,000
3.4.2	Ud	Válvula reguladora de presión	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
<i>Total número de válvulas a instalar según indicaciones del proyectista</i>			22				22,000	
							22,000	22,000

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

2. Cuadro de precios N°1

N°	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
		(Euros)	(Euros)
	1 ACTUACIONES PREVIAS		
	1.1 Demoliciones		
1.1.1	m ² Demolición de forjado metálico de estructuras de protección de cultivos	4,90	CUATRO EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS
1.1.2	m ³ Demolición de depósitos de hormigón armado	161,64	CIENTO SESENTA Y UN EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
1.1.3	m ² Demolición de estructuras de hormigón y ladrillo de baja altura	18,87	DIECIOCHO EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
	1.2 Limpieza del terreno		
1.2.1	m ² Desbroce y limpieza del terreno con arbustos.	1,21	UN EURO CON VEINTIUN CÉNTIMOS
	1.3 Arranque de plataneras		
1.3.1	m ² Supresión de plataneras	1,56	UN EURO CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
	1.4 Adecuación del suelo del entorno		
1.4.1	ha Subsulado del terreno.	32,92	TREINTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS
1.4.2	ha Laboreo secundario del terreno.	17,63	DIECISIETE EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

	2 ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN		
	2.1 Abonado de fondo		
2.1.1	ha Pase sobre el terreno de tractor de 150 CV con abonadora centríguga	208,25	DOSCIENTOS OCHO EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS
	2.2 Replanteo y Marqueo		
2.2.1	Ha Replanteo con tractor guiado mediante GPS de alta precisión que introduce estacas en el suelo a medida que avanza.	530,06	QUINIENTOS TREINTA EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
	2.3 Realización de hoyos para colocar los árboles		
2.3.1	Ud Apertura de hoyos de 30 cm de diámetro y 45 cm de profundidad mediante barrena ahoyadora	2,66	DOS EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
	2.4 Plantación de los árboles de mango		
2.4.1	Ud Plantación de árbol de mango variedad 'Isis'	14,55	CATORCE EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
2.4.2	Ud Plantación de árbol de mango variedad 'Keitt'	12,41	DOCE EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

	3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO		
	3.1 Secundaria y principal		
3.1.1	m Excavación de pequeñas zanjas para alojamiento de la red de las tuberías primarias y secundarias	4,96	CUATRO EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS
	3.2 Terciaria		
3.2.1	m Excavación de pequeñas zanjas para alojamiento de la red de riego e introducción de tubería terciaria en las mismas. Var 'Isis'	3,98	TRES EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
3.2.2	m Excavación de pequeñas zanjas para alojamiento de la red de riego e introducción de tubería terciaria en las mismas. Var 'Keitt'	4,01	CUATRO EUROS CON UN CÉNTIMO
	3.3 Laterales		
3.3.1	m Tubería de riego por goteo, variedad 'Isis'	1,75	UN EURO CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
3.3.2	m Tubería de riego por goteo, variedad 'Keitt'	1,76	UN EURO CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
	3.4 Instalación de válvulas de cierre y reguladoras de presión		
3.4.1	Ud Electroválvula.	73,35	SETENTA Y TRES EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS
3.4.2	Ud Válvula reguladora de presión	71,68	SETENTA Y UN EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS
	3.5 Instalación de los elementos del cabezal de riego		
3.5.1	Ud Grupo de presión para variedad 'Isis'	2.055,99	DOS MIL CINCUENTA Y CINCO EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
3.5.2	Ud Grupo de presión para variedad 'Keitt'	533,30	QUINIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
3.5.3	Ud Filtro de arena	1.998,47	MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS
3.5.4	Ud Filtro de malla	573,78	QUINIENTOS SETENTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS
3.5.5	Ud Equipo de fertiirrigación	4.001,65	CUATRO MIL UN EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
	3.6 Otros		
3.6.1	Ud Sensor de humedad para el suelo	23,02	VEINTITRES EUROS CON DOS CÉNTIMOS

	4 Seguridad y Salud		
4.1	Ud Conjunto de equipos de protección individual.	1.004,25	MIL CUATRO EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS
4.2	Ud Conjunto de pruebas y ensayos.	798,25	SETECIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS
4.3	Ud Gestión de residuos	1.665,00	MIL SEISCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

3. Cuadro de precios N^o2

1	ODP020	m ²	Supresión de plataneras	
			Mano de obra	1,32
			Maquinaria	0,16
			Medios auxiliares	0,03
			3 % Costes indirectos	0,05
			Total por m ²:	1,56
			Son UN EURO CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS por m²	
2	ACE100	m	Excavación de pequeñas zanjas para alojamiento de la red de riego e introducción de tubería terciaria en las mismas. Var 'Isis'	
			Mano de obra	1,55
			Maquinaria	1,76
			Materiales	0,47
			Medios auxiliares	0,08
			3 % Costes indirectos	0,12
			Total por m.....:	3,98
			Son TRES EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m	
3	ACE100b	m	Excavación de pequeñas zanjas para alojamiento de la red de riego e introducción de tubería terciaria en las mismas. Var 'Keitt'	
			Mano de obra	1,55
			Maquinaria	1,76
			Materiales	0,50
			Medios auxiliares	0,08
			3 % Costes indirectos	0,12
			Total por m.....:	4,01
			Son CUATRO EUROS CON UN CÉNTIMO por m	
4	ACE100c	m	Excavación de pequeñas zanjas para alojamiento de la red de las tuberías primarias y secundarias	
			Mano de obra	2,16
			Maquinaria	2,07
			Materiales	0,50
			Medios auxiliares	0,09
			3 % Costes indirectos	0,14
			Total por m.....:	4,96
			Son CUATRO EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS por m	
5	ADL010	m ²	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos.	
			Mano de obra	0,67
			Maquinaria	0,48
			Medios auxiliares	0,02
			3 % Costes indirectos	0,04
			Total por m ²:	1,21
			Son UN EURO CON VEINTIUN CÉNTIMOS por m²	

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

6	DEA020	m ²	Demolición de forjado metálico de estructuras de protección de cultivos	
			Mano de obra	3,64
			Maquinaria	1,03
			Medios auxiliares	0,09
			3 % Costes indirectos	0,14
			Total por m ²:	4,90
			Son CUATRO EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS por m²	
7	DEH04	m ²	Demolición de estructuras de hormigón y ladrillo de baja altura	
			Mano de obra	14,16
			Maquinaria	3,80
			Medios auxiliares	0,36
			3 % Costes indirectos	0,55
			Total por m ²:	18,87
			Son DIECIOCHO EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS por m²	
8	DEH040	m ³	Demolición de depósitos de hormigón armado	
			Mano de obra	118,61
			Maquinaria	35,24
			Medios auxiliares	3,08
			3 % Costes indirectos	4,71
			Total por m ³:	161,64
			Son CIENTO SESENTA Y UN EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por m³	
9	ICM059	Ud	Sensor de humedad para el suelo	
			Mano de obra	3,19
			Materiales	18,72
			Medios auxiliares	0,44
			3 % Costes indirectos	0,67
			Total por Ud.....:	23,02
			Son VEINTITRES EUROS CON DOS CÉNTIMOS por Ud	
10	IFD005	Ud	Grupo de presión para variedad 'Keitt'	
			Mano de obra	133,15
			Materiales	364,71
			Medios auxiliares	19,91
			3 % Costes indirectos	15,53
			Total por Ud.....:	533,30
			Son QUINIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS por Ud	
11	IFD010a	Ud	Grupo de presión para variedad 'Isis'	
			Mano de obra	119,54
			Materiales	1.799,80
			Medios auxiliares	76,77
			3 % Costes indirectos	59,88
			Total por Ud.....:	2.055,99
			Son DOS MIL CINCUENTA Y CINCO EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por Ud	

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

12	IUR030	m	Tubería de riego por goteo, variedad 'Isis'	
			Mano de obra	1,27
			Materiales	0,40
			Medios auxiliares	0,03
			3 % Costes indirectos	0,05
			Total por m.....:	1,75
			Son UN EURO CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS por m	
13	IUR030b	m	Tubería de riego por goteo, variedad 'Keitt'	
			Mano de obra	1,27
			Materiales	0,41
			Medios auxiliares	0,03
			3 % Costes indirectos	0,05
			Total por m.....:	1,76
			Son UN EURO CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS por m	
14	IUR080	Ud	Electroválvula.	
			Mano de obra	10,91
			Materiales	58,90
			Medios auxiliares	1,40
			3 % Costes indirectos	2,14
			Total por Ud.....:	73,35
			Son SETENTA Y TRES EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS por Ud	
15	IUR080b	Ud	Válvula reguladora de presión	
			Mano de obra	8,66
			Materiales	58,90
			Medios auxiliares	2,03
			3 % Costes indirectos	2,09
			Total por Ud.....:	71,68
			Son SETENTA Y UN EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS por Ud	
16	JAB040	ha	Subsolado del terreno.	
			Mano de obra	10,05
			Maquinaria	21,28
			Medios auxiliares	0,63
			3 % Costes indirectos	0,96
			Total por ha.....:	32,92
			Son TREINTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS por ha	
17	JSP010	Ud	Apertura de hoyos de 30 cm de diámetro y 45 cm de profundidad mediante barrena ahoyadora	
			Mano de obra	1,60
			Maquinaria	0,93
			Medios auxiliares	0,05
			3 % Costes indirectos	0,08
			Total por Ud.....:	2,66
			Son DOS EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS por Ud	

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

18	JSP010b	Ud	Plantación de árbol de mango variedad 'Isis'	
			Mano de obra	3,07
			Materiales	10,78
			Medios auxiliares	0,28
			3 % Costes indirectos	0,42
			Total por Ud.....:	14,55
			Son CATORCE EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS por Ud	
19	JSP010c	Ud	Plantación de árbol de mango variedad 'Keitt'	
			Mano de obra	2,49
			Materiales	9,32
			Medios auxiliares	0,24
			3 % Costes indirectos	0,36
			Total por Ud.....:	12,41
			Son DOCE EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS por Ud	
20	RSH100	Ha	Replanteo con tractor guiado mediante GPS de alta precisión que introduce estacas en el suelo a medida que avanza.	
			Mano de obra	39,89
			Maquinaria	89,64
			Materiales	375,00
			Medios auxiliares	10,09
			3 % Costes indirectos	15,44
			Total por Ha.....:	530,06
			Son QUINIENTOS TREINTA EUROS CON SEIS CÉNTIMOS por Ha	
21	UJA040	ha	Laboreo secundario del terreno.	
			Mano de obra	4,31
			Maquinaria	12,31
			Medios auxiliares	0,50
			3 % Costes indirectos	0,51
			Total por ha.....:	17,63
			Son DIECISIETE EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS por ha	
22	UJA040c	ha	Pase sobre el terreno de tractor de 150 CV con abonadora centrífuga	
			Mano de obra	3,52
			Maquinaria	10,07
			Materiales	182,70
			Medios auxiliares	5,89
			3 % Costes indirectos	6,07
			Total por ha.....:	208,25
			Son DOSCIENTOS OCHO EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS por ha	
23	UPD030	Ud	Filtro de arena	
			Mano de obra	86,98
			Materiales	1.815,24
			Medios auxiliares	38,04
			3 % Costes indirectos	58,21
			Total por Ud.....:	1.998,47
			Son MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS por Ud	

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

24	UPD030b	Ud	Filtro de malla	
			Mano de obra	69,67
			Materiales	473,81
			Medios auxiliares	13,59
			3 % Costes indirectos	16,71
			Total por Ud.....:	573,78
			Son QUINIENTOS SETENTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS por Ud	
25	UPD031	Ud	Equipo de fertiirrigación	
			Mano de obra	213,34
			Materiales	3.577,00
			Medios auxiliares	94,76
			3 % Costes indirectos	116,55
			Total por Ud.....:	4.001,65
			Son CUATRO MIL UN EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS por Ud	
26	XUX010	Ud	Conjunto de pruebas y ensayos.	
			Sin descomposición	775,00
			3 % Costes indirectos	23,25
			Total por Ud.....:	798,25
			Son SETECIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS por Ud	
27	XVI075	Ud	Gestión de residuos	
			Sin descomposición	1.616,51
			3 % Costes indirectos	48,49
			Total por Ud.....:	1.665,00
			Son MIL SEISCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS por Ud	
28	YIX010	Ud	Conjunto de equipos de protección individual.	
			Sin descomposición	975,00
			3 % Costes indirectos	29,25
			Total por Ud.....:	1.004,25
			Son MIL CUATRO EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS por Ud	

4. Presupuesto por capítulos

Capítulo N° 1 ACTUACIONES PREVIAS

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1.- Demoliciones					
1.1.1	M²	Demolición de forjado metálico de estructuras de protección de cultivos			
		Total m² :	29.500,000	4,90	144.550,00
1.1.2	M³	Demolición de depósitos de hormigón armado			
		Total m³ :	35,000	161,64	5.657,40
1.1.3	M²	Demolición de estructuras de hormigón y ladrillo de baja altura			
		Total m² :	435,000	18,87	8.208,45
Total subcapítulo 1.1.- Demoliciones:					158.415,85
1.2.- Limpieza del terreno					
1.2.1	M²	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos.			
		Total m² :	32.400,000	1,21	39.204,00
Total subcapítulo 1.2.- Limpieza del terreno:					39.204,00
1.3.- Arranque de plataneras					
1.3.1	M²	Supresión de plataneras			
		Total m² :	112.000,000	1,56	174.720,00
Total subcapítulo 1.3.- Arranque de plataneras:					174.720,00
1.4.- Adecuación del suelo del entorno					
1.4.1	Ha	Subsolado del terreno.			
		Total ha :	14,550	32,92	478,99
1.4.2	Ha	Laboreo secundario del terreno.			
		Total ha :	14,550	17,63	256,52
Total subcapítulo 1.4.- Adecuación del suelo del entorno:					735,51
Parcial N° 1 ACTUACIONES PREVIAS :					373.075,36

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Capítulo N° 2 ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1.- Abonado de fondo					
2.1.1	Ha	Pase sobre el terreno de tractor de 150 CV con abonadora centrífuga			
		Total ha :	14,550	208,25	3.030,04
Total subcapítulo 2.1.- Abonado de fondo:					3.030,04
2.2.- Replanteo y Marqueo					
2.2.1	Ha	Replanteo con tractor guiado mediante GPS de alta precisión que introduce estacas en el suelo a medida que avanza.			
		Total Ha :	14,550	530,06	7.712,37
Total subcapítulo 2.2.- Replanteo y Marqueo:					7.712,37
2.3.- Realización de hoyos para colocar los árboles					
2.3.1	Ud	Apertura de hoyos de 30 cm de diámetro y 45 cm de profundidad mediante barrena ahoyadora			
		Total Ud :	10.750,000	2,66	28.595,00
Total subcapítulo 2.3.- Realización de hoyos para colocar los árboles:					28.595,00
2.4.- Plantación de los árboles de mango					
2.4.1	Ud	Plantación de árbol de mango variedad 'Isis'			
		Total Ud :	5.850,000	14,55	85.117,50
2.4.2	Ud	Plantación de árbol de mango variedad 'Keitt'			
		Total Ud :	4.900,000	12,41	60.809,00
Total subcapítulo 2.4.- Plantación de los árboles de mango:					145.926,50
Parcial N° 2 ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN :					185.263,91

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Capítulo Nº 3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1.- Secundaria y principal					
3.1.1	M	Excavación de pequeñas zanjas para alojamiento de la red de las tuberías primarias y secundarias			
			Total m :	1.834,000	4,96
					9.096,64
Total subcapítulo 3.1.- Secundaria y principal:					9.096,64
3.2.- Terciaria					
3.2.1	M	Excavación de pequeñas zanjas para alojamiento de la red de riego e introducción de tubería terciaria en las mismas. Var 'Isis'			
			Total m :	878,000	3,98
					3.494,44
3.2.2	M	Excavación de pequeñas zanjas para alojamiento de la red de riego e introducción de tubería terciaria en las mismas. Var 'Keitt'			
			Total m :	548,000	4,01
					2.197,48
Total subcapítulo 3.2.- Terciaria:					5.691,92
3.3.- Laterales					
3.3.1	M	Tubería de riego por goteo, variedad 'Isis'			
			Total m :	48.297,600	1,75
					84.520,80
3.3.2	M	Tubería de riego por goteo, variedad 'Keitt'			
			Total m :	10.202,900	1,76
					17.957,10
Total subcapítulo 3.3.- Laterales:					102.477,90
3.4.- Instalación de válvulas de cierre y reguladoras de presión					
3.4.1	Ud	Electroválvula.			
			Total Ud :	3,000	73,35
					220,05
3.4.2	Ud	Válvula reguladora de presión			
			Total Ud :	22,000	71,68
					1.576,96
Total subcapítulo 3.4.- Instalación de válvulas de cierre y reguladoras de presión:					1.797,01
3.5.- Instalación de los elementos del cabezal de riego					
3.5.1	Ud	Grupo de presión para variedad 'Isis'			
			Total Ud :	1,000	2.055,99
					2.055,99
3.5.2	Ud	Grupo de presión para variedad 'Keitt'			
			Total Ud :	1,000	533,30
					533,30
3.5.3	Ud	Filtro de arena			
			Total Ud :	1,000	1.998,47
					1.998,47
3.5.4	Ud	Filtro de malla			
			Total Ud :	1,000	573,78
					573,78
3.5.5	Ud	Equipo de fertiirrigación			
			Total Ud :	1,000	4.001,65
					4.001,65
Total subcapítulo 3.5.- Instalación de los elementos del cabezal de riego:					9.163,19
3.6.- Otros					
3.6.1	Ud	Sensor de humedad para el suelo			
			Total Ud :	10,000	23,02
					230,20
Total subcapítulo 3.6.- Otros:					230,20
Parcial Nº 3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO :					128.456,86

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)

Capítulo Nº 4 Seguridad y Salud

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	Ud	Conjunto de equipos de protección individual.			
		Total Ud :	1,000	1.004,25	1.004,25
4.2	Ud	Conjunto de pruebas y ensayos.			
		Total Ud :	1,000	798,25	798,25
4.3	Ud	Gestión de residuos			
		Total Ud :	1,000	1.665,00	1.665,00
Parcial Nº 4 Seguridad y Salud :					3.467,50

Presupuesto de ejecución material

1 ACTUACIONES PREVIAS		373.075,36
1.1.- Demoliciones		158.415,85
1.2.- Limpieza del terreno		39.204,00
1.3.- Arranque de plataneras		174.720,00
1.4.- Adecuación del suelo del entorno		735,51
2 ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN		185.263,91
2.1.- Abonado de fondo		3.030,04
2.2.- Replanteo y Marqueo		7.712,37
2.3.- Realización de hoyos para colocar los árboles		28.595,00
2.4.- Plantación de los árboles de mango		145.926,50
3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO		128.456,86
3.1.- Secundaria y principal		9.096,64
3.2.- Terciaria		5.691,92
3.3.- Laterales		102.477,90
3.4.- Instalación de válvulas de cierre y reguladoras de presión		1.797,01
3.5.- Instalación de los elementos del cabezal de riego		9.163,19
3.6.- Otros		230,20
4 Seguridad y Salud		3.467,50
	Total	690.263,63

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SEISCIENTOS NOVENTA MIL DOSCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS.

5. Resumen general del presupuesto

Capítulo	Importe (€)
1 ACTUACIONES PREVIAS	
1.1 Demoliciones	158.415,85
1.2 Limpieza del terreno	39.204,00
1.3 Arranque de plataneras	174.720,00
1.4 Adecuación del suelo del entorno	735,51
Total 1 ACTUACIONES PREVIAS :	373.075,36
2 ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN	
2.1 Abonado de fondo	3.030,04
2.2 Replanteo y Marqueo	7.712,37
2.3 Realización de hoyos para colocar los árboles	28.595,00
2.4 Plantación de los árboles de mango	145.926,50
Total 2 ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN :	185.263,91
3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	
3.1 Secundaria y principal	9.096,64
3.2 Terciaria	5.691,92
3.3 Laterales	102.477,90
3.4 Instalación de válvulas de cierre y reguladoras de presión	1.797,01
3.5 Instalación de los elementos del cabezal de riego	9.163,19
3.6 Otros	230,20
Total 3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO :	128.456,86
4 Seguridad y Salud	3.467,50
Presupuesto de ejecución material (PEM)	690.263,63
13% de gastos generales	89.734,27
6% de beneficio industrial	41.415,82
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	821.413,72
7% IGIC	57.498,96
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	878.912,68

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de OCHOCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS DOCE EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

En Madrid a 7 de julio de 2022



Fdo.: Sergio Lozano Tórtola

El alumno del grado Ingeniería Agrícola

Diseño y establecimiento de una plantación de mango de 14,6 ha en el municipio de Puntallana (La Palma)