

Escuela superior de tecnología y ciencias experimentales



Ingeniería agroalimentaria y del medio rural

Título: Realización de una plantación de cítricos de la variedad clemenules en una parcela abandonada.

Estudiante: Germán Bonillo Ramos

DNI: 53383147-D

Tutor: Paco Colomer Mendoza

Convocatoria: 2020

ÍNDICE

MEMORIA.....	5
ANEJOS	24
PLANOS.....	120
PRESUPUESTO	127
PLIEGO DE CONDICIONES.....	132
BIBLIOGRAFÍA.....	140

MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

1. Introducción.....	9
2. Objetivo	10
3. Características de la parcela.....	10
3.1. Situación y localización.....	10
3.2. Climatología	11
3.2.1. Temperatura	11
3.2.2. Pluviometría.....	12
4. Acondicionamiento del suelo.....	13
4.1. Análisis del suelo	13
4.2. Eliminación de vegetación anterior (arado de discos)	14
4.3. Gradear con discos	14
4.4. Laboreo en caballones.....	14
5. Material vegetal.....	15
5.1. Patrón.....	15
5.2. Variedad.....	15
6. Plantación	15
6.1. Marco de plantación.....	16
7. Control de plagas y enfermedades	16
7.1. Control de plagas	16
7.2. Control de enfermedades.....	17
8. Riego	17
8.1. Análisis de agua de riego.....	17
8.2. Necesidades de riego totales	18
8.3. Emisores.....	19
8.4. Diseño del riego por goteo.....	19
9. Fertilización.....	19
10. Labores de mantenimiento	20
10.1. Malas hierbas.....	20
10.2. Poda	21
11. Viabilidad económica	21

1. Introducción

Actualmente, en la provincia de Castellón, predomina, con un alto índice, el cultivo de mandarinos clementinos de variedad clemenules. Este hecho hace que exista una gran oferta de esta variedad que deriva en un descenso del precio muy a tener en cuenta a la hora de iniciar una plantación de esta variedad. Para iniciar una plantación de clemenules tenemos de tener en cuenta tanto los gastos iniciales, como los de mantenimiento, al mismo tiempo que la producción que puedan generar los cítricos de clemenules y el valor actual del fruto.

Por tanto, este proyecto nos mostrará de forma clara, si es interesante cultivar clemenules o si debemos optar por el cultivo de algo diferente, prestando especial atención a la rentabilidad y al tiempo de recuperación de la inversión inicial.

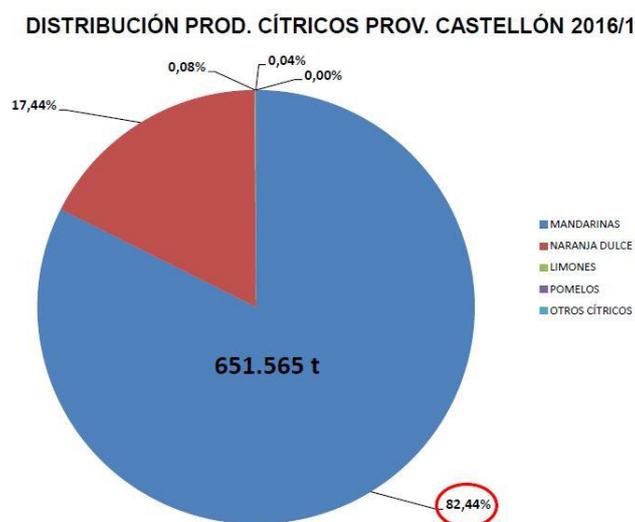


Figura 1: Distribución de la producción de cítricos en la provincia de Castellón. Fuente: IVIA

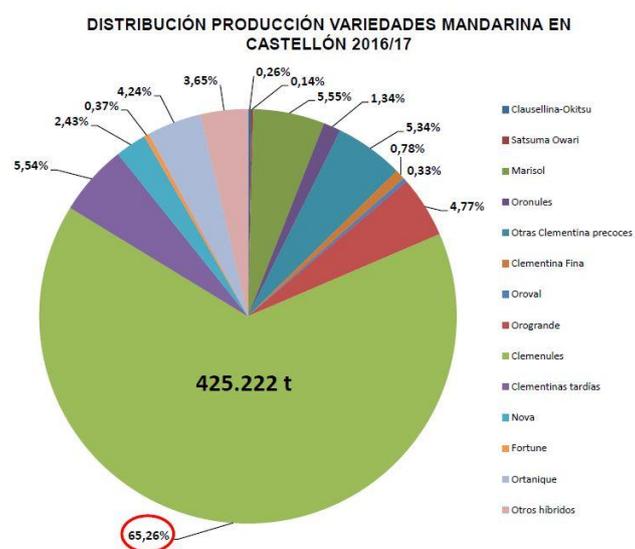


Figura 2: Distribución de las variedades de mandarina en Castellón. Fuente: IVIA

2. Objetivo

El objetivo de este proyecto es realizar un estudio de rentabilidad económica de una parcela privada de 7,8 anegadas, en la que se quiere cultivar mandarinos clementinos de la variedad clemenules.

Se pretende valorar la rentabilidad del cultivo, partiendo inicialmente de un terreno abandonado y teniendo en cuenta todos los gastos de plantación, de labores agrícolas y de agua, del mismo modo, que teniendo en cuenta los beneficios que puedan aportar la venta de los frutos. El resultado del proyecto mostrará en cuantos años se puede amortizar todos los gastos iniciales, al mismo tiempo, que nos mostrara si la rentabilidad de este cultivo es alta o baja.

3. Características de la parcela

3.1. Situación y localización

La parcela está situada en onda, provincia de Castellón, y corresponde a la parcela 297 del polígono 17. Se encuentra en las coordenada $39^{\circ}58'44.9''N$ $0^{\circ}10'07.0''W$.

Tiene una superficie de 6.505 m^2 , que son 7,8 anegadas. Tiene una forma rectangular con un largarúa de 166 m y una anchura de 41 m. Se puede acceder a la parcela, directamente desde una carretera que pasa por delante de ella o desde un camino de tierra que da acceso a su otro lado.



Figura 3: Plano de la parcela. Fuente: Catastro



Figura 4: Imagen de la parcela. Fuente: Google maps

3.2. Climatología

El clima de la localidad de Onda es un clima mediterráneo que se caracteriza por una temperatura templada. Los veranos suelen ser cálidos y los inviernos templados aun que en invierno también se pueden presentar un par de meses con una temperatura ligeramente baja, respecto a la temperatura media anual.

Los cítricos pueden cultivarse con éxito dentro de una gama moderadamente amplia de condiciones ambientales y edáficas. La mayor parte de la producción comercial, se limita a las regiones tropicales y subtropicales. España se sitúa dentro de las regiones subtropicales. Estas se ubican entre 23.5 y 40º de latitud norte y sur e incluyen las regiones de cultivo más importantes de cítricos del mundo (España es una de ellas). Las regiones subtropicales se caracterizan por temperaturas medias anuales comprendidas entre 15 y 18°C.

El clima es un factor crítico en el desarrollo de las plantas que puede ser limitante para su cultivo. Los denominados factores ambientales incluyen clima (temperatura, lluvia y viento), localización de la parcela (punto 3.1) y el suelo (punto 4).

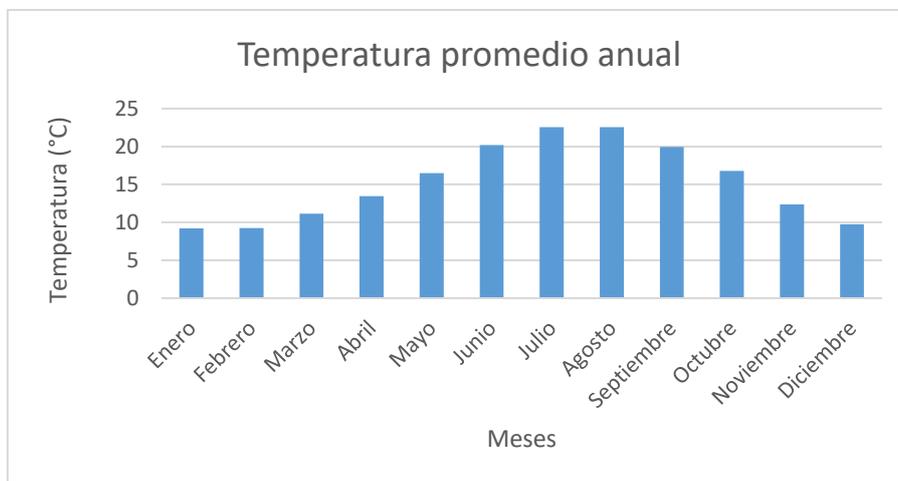
3.2.1. Temperatura

Es muy probable que la temperatura sea la variable climática más importante en la determinación del desarrollo vegetativo, de la floración, del cuajado y de la calidad de los frutos.

En las zonas subtropicales, como España, que presentan las estaciones bien definidas, el ritmo de brotaciones y el desarrollo están controlados por los cambios estacionales de la temperatura. En ellas, los cítricos presentan, con el descenso térmico en invierno, un periodo de reposo, y brotan uniformemente en primavera, cuando se eleva la temperatura.

Como observamos en la siguiente tabla, la temperatura en la localidad de onda en invierno oscila alrededor de los 10°C para que se produzca el reposo invernal, en primavera oscila de los 11 a

los 17°C para inducir la brotación y floración, y en verano oscila entre los 18 y los 22 C para que los frutos puedan madurar correctamente. Esto hace que onda sea un lugar idónea para el cultivo de cítricos como los mandarinos clementinos de la variedad clemenules.

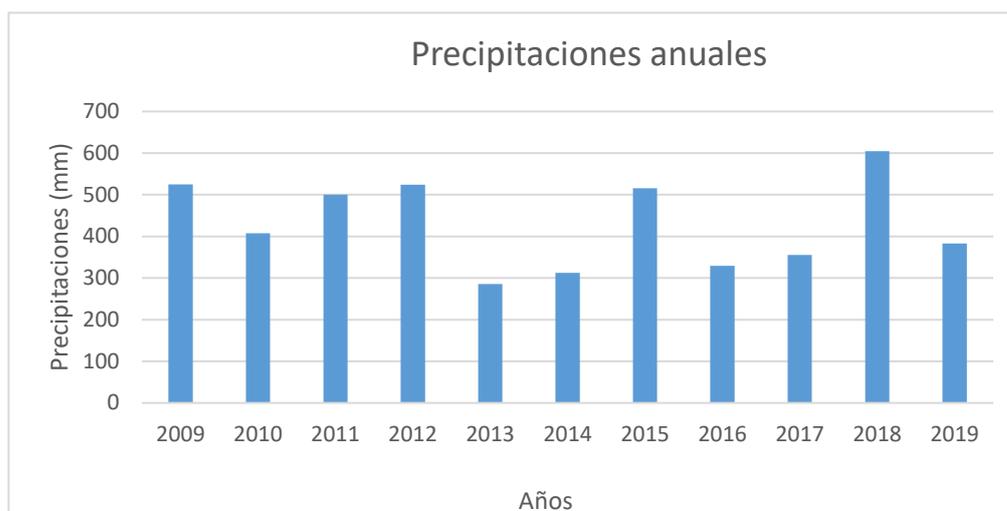


Gráfica 1: Temperatura promedio anual. Fuente: IVIA

3.2.2. Pluviometría

Las necesidades hídricas de los cítricos, estimadas según sus pérdidas por evapotranspiración, se establecen entre los 7.5000 y los 12.000m³/ha año, lo que equivale a una pluviometría anual entre 750 y 1.200mm. Una condición para que esta pueda satisfacer las exigencias del cultivo es su adecuada distribución para que el cultivo pueda aprovechar el agua. Ni la distribución, ni la intensidad señalada, se dan en las condiciones climáticas del mediterráneo, que es donde se sitúa la parcela. Debido a esto será necesario suplir las necesidades hídricas del cultivo con agua de riego ya que el desarrollo del fruto depende del aporte de agua y la disponibilidad de carbohidratos.

Observando los datos recogidos en la estación meteorológica del ivia en onda, podemos ver que las precipitaciones anuales, en dicha localidad, nunca superan las exigencias del cultivo (750-1.200mm), por lo que será necesario aportar agua de riego, para suplir esta necesidad hídrica.



Gráfica 2: Precipitaciones anuales. Fuente: IVIA

4. Acondicionamiento del suelo

Para poder llevar a cabo la plantación de cualquier cultivo es de vital importancia saber el estado en que se encuentra el suelo a partir del análisis de una muestra. Una vez analizado el suelo, si no está en buen estado se deberán realizar enmiendas seguidas de labores acondicionadoras del suelo, y si está en un buen estado, únicamente de deben realizar las labores acondicionadoras, para poder dejar el suelo en un óptimo estado para la plantación y el desarrollo del cultivo. Estas labores preparatorias del suelo, se llevaran a cabo mediante maquinaria agrícola unida a un tractor agrícola. En el caso del suelo de la parcela de este proyecto, se encuentra en un óptimo estado, tanto por su textura como por su composición.

4.1. Análisis del suelo

Este es el resultado obtenido del análisis de suelo:

Tabla 1: Muestra de suelo. Fuente: Comunidad de regantes de Onda (COTA 220)

MUESTRA DE SUELO		
Parámetros	Unidades	Resultados
Solución acuosa	-	1:2 (suelo: agua)
pH	-	8,4
Conductividad (1:2, 25°C)	mS/cm	0,53
Fosforo asimilable	mg/kg	75,8
Potasio (en ext. ac.)	meq/l	0,462
Potasio asimilable	mg/kg	303
Calcio (en ext. Ac.)	meq/l	1,02
Calcio asimilable	mg/kg	2120
Magnesio (en ext. ac.)	meq/l	0,62

Magnesio asimilable	mg/kg	199
Sodio (en ext. Ac.)	meq/l	0,274
Sodio asimilable	mg/kg	<50
Manganeso asimilable	mg/kg	16,3
Cobre asimilable	mg/kg	5,5
Cinc asimilable	mg/kg	19,82
Materia organica	%	1,76
Caliza activa	%	6,9
Nitrogeno total	%	0,11
Relacion C/N	-	9,26
Capacidad de campo (CC)	% suelo seco	24,8
Punto de marchitez permanente	% suelo seco	14
Intervalo de humedad disponible	% suelo seco	10,8

Como se puede observar en el resultado del análisis, el suelo está en perfecto estado, presentando una composición mineral idónea para el cultivo de cítricos. La textura que presenta permite un buen drenaje del agua de lluvia y de riego lo que favorecerá el desarrollo del cultivo, al mismo tiempo que evitara encharcamientos y pérdidas de agua. Presenta un alto nivel de caliza activa, lo que será perfecto para los plantones utilizados en la plantación (patrón citrumelo CPB 4475).

4.2. Eliminación de vegetación anterior (arado de discos)

Inicialmente el terreno de la parcela se encuentra abandonado, por lo que está lleno de gran cantidad de vegetación que se debe eliminar para poder llevar a cabo la plantación de clemenules.

Esta labor se realizará a través de un arado de discos. Esta es una labor preparatoria de profundidad media que tiene la finalidad de levantar los residuos vegetales anteriores, removiendo, al mismo tiempo una capa de suelo de profundidad inferior a 30 cm. Esto permite mejorar la estructura del suelo, enterrar los residuos y facilitar la penetración de agua en el suelo.

4.3. Gradar con discos

A continuación, se debe gradear el suelo con discos. Esta es una labor preparatoria de profundidades media-baja, con la que se consigue desmenuzar y mullir el suelo, rompiendo los terrones dejados por el arado de discos. Como labor añadida, también aporta una mejor nivelación del suelo, aunque en el caso de esta parcela no sea necesaria.

4.4. Laboreo en caballones

Mediante una acaballadora se realizaran caballones de 10 a 25 cm de altura, separados 5 metros unos de otros. La plantación se realizara sobre el lomo del caballón con la finalidad de aportar cierta altura a las plantas, otorgándoles un extra de protección frente a enfermedades (como hongos, por exceso de humedad en raíces).

5. Material vegetal

Debido a que el cultivo de árboles francos de cítricos presenta un periodo juvenil muy largo (5-10 años) y la necesidad de obtener plantones tolerantes a virosis transmisibles por injerto, en la actualidad es totalmente necesario para una plantación de cítricos, obtener plantones certificados con la variedad y el patrón deseados.

5.1. Patrón

Los patrones presentan un aspecto de máxima importancia en citricultura. El patrón puede influir en gran cantidad de factores realmente importantes, como el vigor y el tamaño del árbol, el desarrollo y la profundidad de las raíces, la cosecha, la calidad y época de maduración del fruto, etc.

El patrón elegido para esta plantación ha sido el citrumelo CPB 4475. Ha sido elegido porque no presenta problemas frente a enfermedades, virus y otras enfermedades afines, de igual forma que tampoco presenta problemas frente a salinidad, asfixia radical, heladas y sequias. Pero por lo más importante que ha sido elegido es porque es un patrón muy productivo y que funciona a la perfección en suelos con un nivel de caliza activa bajo, como ocurre en el suelo de la parcela (6,9%).

5.2. Variedad

El objetivo de este proyecto es estudiar la rentabilidad de la variedad clemenules, por lo que esta ha sido la variedad elegida.

Clemenules es una variedad que funciona perfectamente en la provincia de Castellón, obteniéndose grandes producciones con frutos de altísima calidad. El problema que presenta este cultivo, es la masificación que presenta, al dominar el mercado de forma significativa. De esto, que el objetivo de este proyecto sea comprobar la rentabilidad del cítrico, o el planteamiento de optar por otros cultivos con características organolépticas similares.

6. Plantación

A la hora de realizar la plantación, se debe de tener claro el marco de plantación que se va a usar, del mismo modo que es necesario que tanto el material vegetal como el personal técnico encargado de la plantación, sean óptimos. De todo esto dependerá el éxito del cultivo.

6.1. Marco de plantación

El marco de plantación utilizado en la parcela es de 5 x 4 metros. Esto otorga a la parcela 8 filas de árboles, separadas 5 metros cada una, y 41 árboles por fila, separados 4 metros cada uno, sumando un total de 328 árboles. Además, la parcela presenta un margen, donde no se ha cultivado, de 0,5 metros en los lados cortos, y de 3 metros en los lados largos.

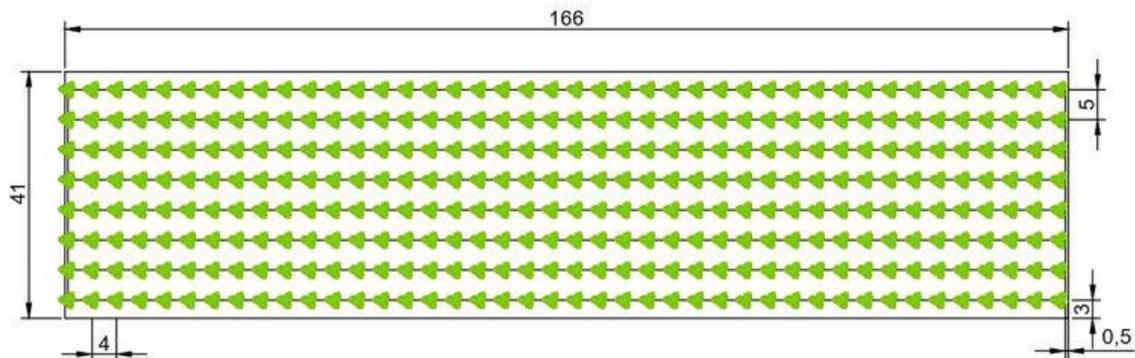


Figura 5: Marco de plantación del cultivo

7. Control de plagas y enfermedades

En el cultivo de los cítricos las plagas y enfermedades presentan un aspecto de máximo interés. Esto es debido a que la rentabilidad de las explotaciones cítricas puede verse seriamente reducida por su presencia. Por este motivo, el control de plagas y enfermedades es ineludible.

7.1. Control de plagas

Las principales plagas que afectan a los cítricos de la provincia de Castellón son la araña roja, el pulgón, el piojo rojo de california, la mosca blanca algodonosa, el minador de los cítricos y el cotonet de valls. Todas estas plagas son potencialmente perjudiciales para el cultivo, si los límites de daño superan el umbral de tratamiento. Si ocurre se deberán considerar todos los campos de acción que a continuación quedan explicados:

- Araña roja: Para el control de esta plaga se realizarán muestreos entre julio y septiembre con frecuencias semanales. Si los límites de daño superan el umbral de tratamiento, se deberá realizar un tratamiento químico que consistirá en la aplicación de forma alternada de espirodiclofen, clofentecin y piridaben.
- Pulgón: Para el control de esta plaga se realizarán muestreos durante la brotación de primavera con frecuencias semanales. Si los límites de daño superan el umbral de tratamiento, se deberá realizar un tratamiento químico que consistirá en la aplicación de flonicamida.
- Piojo rojo: Para el control de esta plaga se realizarán muestreos durante la recolección y a mediados de agosto. Si los límites de daño superan el umbral de tratamiento, se deberá realizar un tratamiento químico que consistirá en la aplicación de acetamiprid.

- Mosca blanca: Para el control de esta plaga se realizarán muestreos en la brotación de verano y otoño. Para el control de esta plaga, se ejerce un control biológico a través del parasitoide *Cales noacki*, que es totalmente efectivo contra esta plaga.
- Minador de los cítricos: Para el control de esta plaga se realizarán muestreos en plántulas e injertos. Si los límites de daño superan el umbral de tratamiento, se deberá realizar un tratamiento químico que consistirá en la aplicación de abamectina sobre la brotación de verano.
- Cotonet de las valls: Para el control de esta plaga se realizarán muestreos entre abril y junio en más de cincuenta árboles. Si los límites de daño superan el umbral de tratamiento, se deberá realizar un tratamiento químico que consistirá en la aplicación de acetamiprid.

7.2. Control de enfermedades

Las enfermedades más importantes que afectan a los cítricos, pertenecen al grupo de las enfermedades fúngicas. Estas son la mancha marrón de las mandarinas, la podredumbre del cuello y gomosis y el aguado o podredumbre marrón.

- Mancha marrón de las mandarinas: El control de esta enfermedad es estrictamente preventivo. Una vez extendida por la parcela, su erradicación es prácticamente imposible. Por tanto, para evitar esto, se realizarán aplicaciones preventivas de mancozeb durante los meses de primavera y final del verano-otoño para proteger hojas jóvenes y frutos.
- Podredumbre de cuello y gomosis: El control de la enfermedad es estrictamente preventivo. Por tanto, se realizará un control químico mediante la aplicación del fungicida sistémico fosetil-Al durante los meses de primavera y otoño.
- Aguado y podredumbre marrón: El control de la enfermedad puede ser de forma preventiva o curativa. Por tanto, se realizará un control químico preventivo mediante la aplicación del fungicida sistémico dimetomorf poco antes del otoño.

8. Riego

El riego presenta el objetivo de proveer de suficiente humedad el suelo para compensar las pérdidas de agua por evapotranspiración y para minimizar los efectos negativos que el déficit hídrico provoca sobre el cultivo.

El sistema de riego elegido para instalar en la parcela es el sistema de riego por goteo, ya que este destaca por su alta eficiencia, al reducirse drásticamente las pérdidas de agua.

8.1. Análisis de agua de riego

Los resultados obtenidos en el análisis de la muestra de agua de riego de la parcela son los siguientes:

Tabla 2: Muestra de agua de riego. Fuente: Comunidad de regantes de onda (COTA 220)

MUESTRA DE AGUA DE RIEGO		
Parámetros	Unidades	Resultados
Ph (a 14,9°C)	-	8,18
Conductividad	μS/cm	810
Potasio disuelto	mg/L	2,07
Magnesio disuelto	meq/L	2,25
Calcio disuelto	meq/L	6
Sodio disuelto	meq/L	1,3
Sulfatos	mg/L	255
Nitratos	mg/L	4,34
Cloruros	mg/L	48,7
Dureza	° Franceses	41,18
SAR	-	0,64
CSR	meq/L	-5,67
Índice de Scott	-	41,88

Como se puede observar en los resultados del análisis, el agua de riego analizada es de muy buena calidad, ya que cumple con todos los requisitos para serlo.

8.2. Necesidades de riego totales

A partir de los datos obtenidos de la central meteorológica del ivia situada en onda, se ha podido obtener a partir de la evapotranspiración de la zona, las necesidades de riego totales de cada mes.

Además, a partir de esta información se ha podido calcular la dosis y el tiempo de riego.

Todo esto queda reflejado en la siguiente tabla:

Tabla 3: Dosis y tiempo de riego

DOSIS Y TIEMPO DE RIEGO								
Mes	NRt / mes (mm)	NRt / día (mm)	n _e	q _e (l/h)	I (días)	Marco de plantacion (m ²)	D (l / día / planta)	t (h)
Enero	-1,28	-	6	4	1	20	-	-
Febrero	17,27	0,62	6	4	1	20	12,4	0,52
Marzo	0,26	0,008 (despreciable)	6	4	1	20	Despreciable	Despreciable
Abril	30,3	1,01	6	4	1	20	20,2	0,84
Mayo	46,63	1,5	6	4	1	20	30	1,25
Junio	62,41	2,08	6	4	1	20	41,6	1,73
Julio	73,28	2,36	6	4	1	20	47,2	1,96
Agosto	56,95	1,84	6	4	1	20	36,8	1,53
Septiembre	17,88	0,6	6	4	1	20	12	0,5
Octubre	-1,7	-	6	4	1	20	-	-
Noviembre	-19,19	-	6	4	1	20	-	-
Diciembre	8,66	0,28	6	4	1	20	5,6	0,23

8.3. Emisores

Para esta parcela, lo más óptimo es que los emisores sean autocompensantes, ya que permiten mantener un caudal constante, y de un caudal de 4 l/h.

Teniendo en cuenta el marco de plantación utilizado (5 x 4 m) y el porcentaje de suelo mojado, el número de emisores de la instalación de riego es de 6 emisores por planta, sumando un total de 1.969 emisores.

8.4. Diseño del riego por goteo

Teniendo en cuenta que lo óptimo es que por cada fila de árboles pasen dos líneas de emisores, tendremos un total de 16 líneas de emisores. Cada línea de emisores está separada del árbol 1,25 metros y de la otra línea de emisores, 2,5 metros. Cada línea dispondrá de un total de 123 emisores (englobando un total de 246 emisores por fila de árboles) agrupados en grupos de tres emisores en los arboles de la fila. Por tanto, cada árbol tendrá 6 emisores, siendo 3 de una línea de emisores y 3 de la otra línea de emisores.

En cuanto al diseño de las tuberías de riego, la parcela dispondrá de 16 tuberías laterales (llamadas anteriormente líneas de emisores) de polietileno de baja densidad con una longitud de 166 metros y un diámetro comercial de 20mm. Por otra parte, la parcela dispondrá de una tubería terciaria que conectada a la red de distribución de agua, alimentará a las tuberías laterales de la parcela. Esta tubería será de PVC y tendrá una longitud de 41 metros y un diámetro comercial de 63mm.

9. Fertilización

El objetivo de la fertilización es compensar las extracciones de elementos minerales del suelo que las plantas llevan a cabo durante su desarrollo, cultivo o ciclo vegetativo, y suplir los nutrientes ausentes en el mismo.

El plan de fertilización de la parcela del proyecto se ha dividido en un plan de fertilización básica, que será aportado mediante fertirrigación, por la comunidad de regantes COTA 220, y un plan de fertilización adicional para periodos donde los cítricos requieren un mayor aporte de nutrientes.

En cuanto al plan de fertilización básica, el aporte de la fertilización, en la zona donde se sitúa la parcela, queda a cargo de la comunidad de regantes COTA 220. Esta, basándose en análisis foliares de años anteriores y en el análisis del agua de riego y el suelo, determina si la fertilización aplicada a toda la zona, la campaña anterior, esta equilibrada o presenta carencias de algún nutriente. Si los resultados obtenidos son buenos, significa que no se debe realizar ningún cambio al plan de fertilización, pero si los resultados no son los esperados, se deben de aplicar correcciones, con el fin de obtener una fertilización más adaptada a las exigencias de los cultivos de la campaña próxima.

Las necesidades de fertilización obtenidas teniendo en cuenta que la parcela es de 7,8 anegadas son las siguientes:

Tabla 4: Necesidades nutricionales. Fuente: Comunidad de regantes de Onda (COTA 220)

TABLA DE NECESIDADES					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
UF Plan	122,46	32,76	85,8	0	25,74

Los fertilizantes que se usarán son los siguientes:

- Solución N20 (20-0-0-0)
- Complejo 10-3-5-2 (CaO)
- Complejo 6-2-8-2 (CaO)
- Quelato de hierro (4% 0-0)

El aporte de estos fertilizantes se hará mediante el riego (fertirrigación). La aplicación se realizara todos los días de riego, de lunes a viernes.

Por otra parte, el plan de fertilización adicional, aportará el fertilizante al cultivo durante los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre. Esta labor será realizada por la cooperativa católico agraria. Los fertilizantes elegidos y sus cantidades son las siguientes:

Tabla 5: Plan de fertilización adicional. Fuente: Orcelis (programa)

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Nitrato amónico	0,55 kg/día	0,55 kg/día	0,25 kg/día	0,25 kg/día	0,55 kg/día	1,12 kg/día
Ácido fosfórico	0,19 L/día	0,19 L/día	0,16 L/día	0,16 L/día	0,19 L/día	0,24 L/día
Nitrato potásico	0,81 kg/día	0,81 kg/día	0,65 kg/día	0,65 kg/día	0,81 kg/día	1,3 kg/día

Estas aportaciones de nutrientes estas ajustadas al cultivo de la parcela. Para ello, se ha hecho uso del programa *orcelis*, el cual nos permite obtener los tipos y cantidades de abono recomendables para los datos de parcela que el usuario introduzca en el programa.

10. Labores de mantenimiento

Las labores de mantenimiento se centran en la eliminación de malas hierbas y en la poda de los árboles. Estas labores son importantes porque permiten la eliminación de competencia por nutrientes y la formación, iluminación y aireación de la copa de los árboles para la obtener una mejor producción.

10.1. Malas hierbas

El control de malas hierbas en la parcela del proyecto, se llevará a cabo de forma química, con herbicidas, por dos operarios de la cooperativa católico agraria.

Hasta los cuatro años, se empleará Reglone (374 g/L Dibromuro de diquat), realizando dos tratamientos al año, uno en primavera y el otro en verano.

A partir del quinto año, se empleara Terafit (25% p/p Flazasulfuron) continuando con las dos veces al año.

10.2. Poda

La poda se realizara de forma manual por dos operarios de la Cooperativa Católico Agraria. Esta se realizara una vez al año, en primavera.

Los restos de poda se dejaran en las calles para ser triturados, con una trituradora de la Cooperativa Católico Agraria, y quedar como una cubierta vegetal que, con el tiempo, se incorpore al suelo como materia orgánica.

11. Viabilidad económica

El presupuesto se ha dividido en dos partes:

- Inversión inicial: Esta parte está compuesta por los gastos procedentes de la preparación del terreno, de la plantación, de la instalación del sistema de riego por goteo y por último, el abono de socio de la cooperativa católico agraria. Su importe asciende a 10.314,7.
- Gastos de mantenimiento: Esta parte conlleva los gastos procedentes de la eliminación de malas hierbas, la poda, el agua de riego, los fertilizantes y los productos fitosanitarios. Todo esto asciende a 2890,2 euros anuales.

Tabla 6: Presupuesto

PRESUPUESTO	
Inversion inicial	10341,7 euros
Gastos de mantenimiento	2890,2 euros

Una vez obtenido el presupuesto, se ha estudiado la viabilidad económica del proyecto, analizando tres parámetros fundamentales:

- VAN

Este parámetro informa de si la inversión que se realiza en el proyecto producirá excedentes o benéficos. El valor obtenido es igual a 1.268,33 euros. Esto nos indica que el proyecto producirá beneficios, aunque estos sean bajos.

- TIR

Es la tasa de actuación que hace que el VAN sea cero. El valor obtenido ha sido 2%. Esto nos indica que el proyecto produce rentabilidad, pero muy baja.

- PR

Este parámetro informa del tiempo que se tardará en recuperar la inversión inicial. El valor obtenido ha sido 7,7 años. Esto nos indica que la inversión inicial será recuperada en 7,7 años.

Como conclusión, teniendo en cuenta estos parámetros, queda claramente reflejado que la rentabilidad del proyecto es escasa. Esto hace que una inversión inicial de poca cantidad de dinero (10.314,7 euros) se tarde mucho tiempo en recuperar (7,7 años). La gran cantidad de gastos anuales, unidos a los pocos ingresos obtenidos por la venta de los frutos, hace evidente que en la actualidad sea más conveniente (rentable) invertir en plantaciones de otros cultivos que estén mejor remunerados.

ANEJOS

ÍNDICE ANEJOS

ANEJO 1. Estudio climático.....	28
ANEJO 2. Análisis del suelo	40
ANEJO 3. Análisis del agua de riego.....	50
ANEJO 4. Acondicionamiento del suelo.....	58
ANEJO 5. Riego.....	63
ANEJO 6. Material vegetal.....	77
ANEJO 7. Plantación	85
ANEJO 8. Fertilización.....	90
ANEJO 9. Plagas y enfermedades.....	98
ANEJO 10. Labores de mantenimiento	108
ANEJO 11. Estudio de viabilidad económica.....	113

ANEJO 1. Estudio climático

1- Introducción

Todos los datos aportados en este anexo han sido extraídos del ivia y más concretamente a la estación meteorológica del ivia que se encuentra en la localidad de onda y que pertenece a la red de riegos del ivia.

La página oficial de riegos del ivia ofrece datos estadísticos y gráficos de cualquiera de sus estaciones meteorológicas desde una perspectiva diaria, mensual o anual. Aporta datos de todos los factores meteorológicos entre los cuales se incluyen los citados en este anexo: temperatura, pluviometría, viento y humedad.

2- Temperatura

La temperatura es la variable climática más importante en todas las fases del cultivo de cítricos, desde el desarrollo vegetativo hasta la obtención de frutos de calidad.

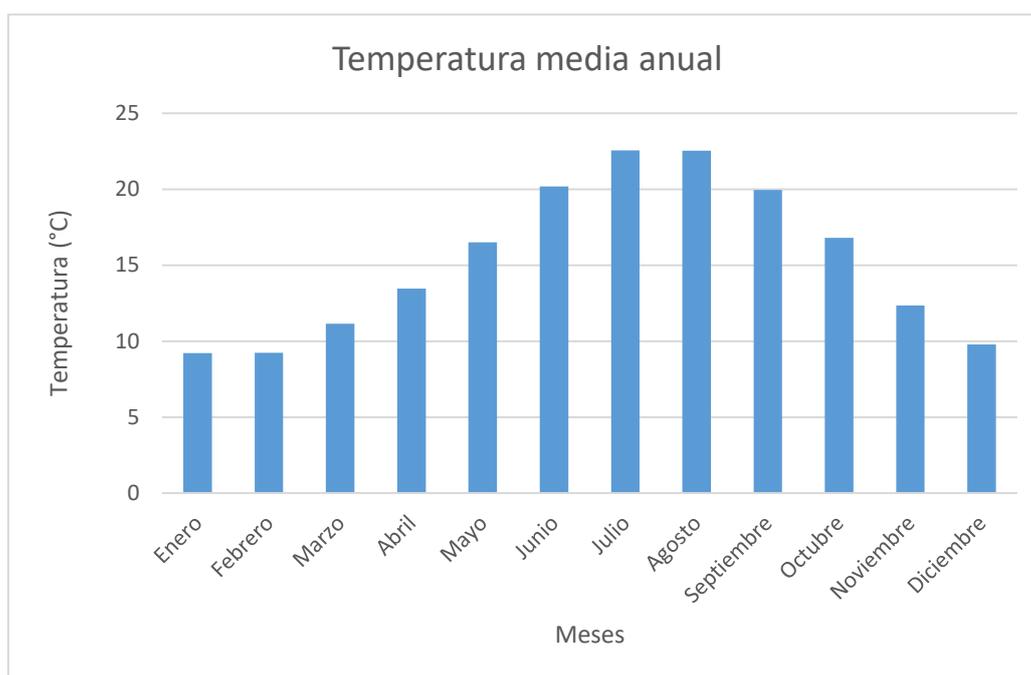
Los cítricos pueden vivir sin sufrir daños importantes a temperaturas entre 0°C y 50°C. En el rango bajo, la actividad vegetativa es nula o casi nula. Esta se inicia, en las zonas subtropicales, como España, a medida que la temperatura se incrementa, de modo que cuando en primavera se supera un determinado umbral, la planta brota y florece. A partir de ese momento, su crecimiento aumenta con la temperatura hasta un determinado valor de ésta

En las zonas subtropicales, como España, que presentan las estaciones bien definidas, el ritmo de brotaciones y el desarrollo están controlados por los cambios estacionales de la temperatura. En ellas los cítricos presentan, con el descenso térmico en invierno, un periodo de reposo, y brotan uniformemente en primavera, cuando se eleva la temperatura. Las bajas temperaturas y la ausencia de riego traen como consecuencia el cese del desarrollo radicular, lo que restringe el aporte de giberelinas a la copa. Este es el mecanismo a través del cual las bajas temperaturas y el estrés hídrico inducen la floración. Valores térmicos entre 15°C y 20°C favorecen la producción de polen viable. El desarrollo del tubo polínico también depende de la temperatura habiéndose sugerido como valor umbral para este los 13°C.

Además, el proceso del cuajado está regulado por múltiples factores, exógenos y endógenos, de entre los cuales la temperatura es uno de gran importancia. El desarrollo del fruto se ha mostrado más lento en el clima mediterráneo que en otros más suaves, y mucho más lento que en climas tropicales. Los regímenes día/noche de temperaturas bajas dan lugar a frutos más pequeños. El crecimiento del fruto tiende a su máxima intensidad para temperaturas combinadas día/noche entre 20°C Y 25°C.

Temperaturas por debajo de los 13°C provocan el cambio de color del fruto mientras que su reverdecimiento se ha relacionado con altas temperaturas. Estos efectos se hallan relacionados con la composición de pigmentos de la corteza. Las mandarinas que crecen a temperaturas altas constantes, mantienen los altos niveles de clorofilas y su color es persistentemente verde. Pero cuando la temperatura desciende de los 15°C, las clorofilas son degradadas y se inicia la síntesis de carotenoides.

Estos datos corresponden a las temperaturas medias anuales de la localidad de onda desde el año 2009 al año 2019, y han sido tomados en la estación meteorológica del ivia situada en onda. Si observamos las temperaturas medias anuales, vemos que no tenemos ningún problema para el cultivo de cítricos ya que las temperaturas más bajas oscilan alrededor de los 10°C y las más altas alrededor de los 24°C.



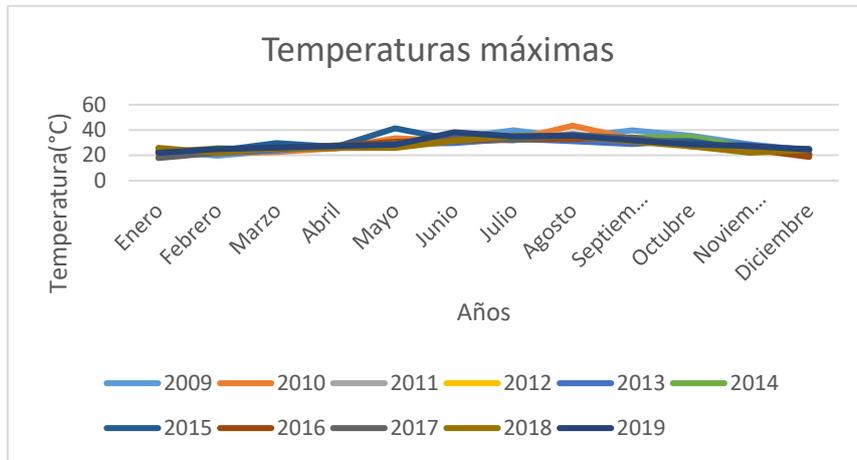
Gráfica 3: Temperatura media anual. Fuente: IVIA

Tabla 7: Temperatura promedio anual. Fuente: IVIA

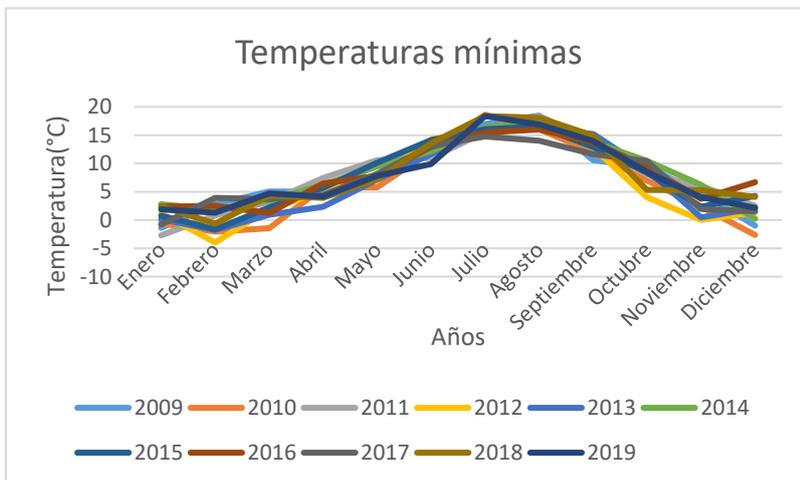
TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL												
	Año											
Mes	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Media
Enero	9,21	8,64	8,69	10,31	10,99	11,36	10,12	11,48	8,77	11,73	9,71	9,21
Febrero	9,62	9,6	10,92	7,67	10,07	11,68	9,6	12,13	11,62	8,76	10,81	9,24
Marzo	11,58	10,73	11,67	12,07	12,99	12,81	12,54	12,2	13,36	12,75	13,28	11,15
Abril	13,85	14,21	16,13	14,29	13,91	16,59	14,81	14,79	14,39	15,2	14,18	13,47
Mayo	18,83	16,88	18,99	19,15	16,28	17,78	19,53	17,26	19,1	17,7	17,17	16,5
Junio	23,13	21,04	21,24	23,2	20,57	22,23	22,61	22,02	23,68	22,3	21,67	20,18
Julio	24,89	25,23	23,76	24,28	24,94	23,81	26,21	24,57	25,03	25,42	25,58	22,55
Agosto	25,34	24,74	25,08	25,67	23,75	24,41	24,51	24,32	24,64	25,57	24,95	22,54
Septiembre	21,14	21,68	22,88	21,87	21,9	22,99	20,74	22,53	20,97	22,9	22,27	19,96
Octubre	19,59	16,75	18,76	17,94	19,97	19,86	17,38	18,67	18,85	17,07	18,55	16,8
Noviembre	14,91	12,61	14,04	13,22	13,41	14,49	14,26	13,06	12,84	13	14,22	12,35
Diciembre	10,39	9,2	11,31	10,73	9,71	10,25	11,48	12,53	10,32	11,59	12,36	9,77

En cuanto a las temperaturas máximas y mínimas anuales, se observa en las siguientes tablas y graficas la variación más extrema de las temperaturas en la localidad de onda. Los meses con las temperaturas más altas son los meses de junio, julio y agosto, que como cabe esperar, corresponden al verano. Observando estos máximos, habrá que tener en cuenta que durante estos meses habrá que incrementar el agua de riego para suplir las pérdidas de agua por evotranspiración. En cambio, los meses que presentan las temperaturas más bajas son diciembre, enero y febrero que corresponden a invierno. En estos meses habrá de prestar una especial atención a las temperaturas para evitar heladas que puedan perjudicar los cultivos.

Ambas temperaturas no son peligrosas para los cítricos ya que estos necesitan años cálidos para favorecer la maduración de los cítricos, con inviernos fríos para favorecer la inducción floral.



Gráfica 4: Temperaturas máximas. Fuente: IVIA



Gráfica 5: Temperaturas mínimas. Fuente: IVIA

Tabla 8: Temperaturas mínimas. Fuente: IVIA

TEMPERATURAS MÍNIMAS											
Año											
Mes	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Enero	-1,38	-0,58	-2,71	1,17	0,16	2,76	0,77	2,31	-0,79	2,43	1,9
Febrero	2,77	-2,04	0,83	-3,97	-1,78	1,9	-1,64	2,51	3,91	-0,66	1,29
Marzo	5,04	-1,44	3,23	1,97	0,9	3,44	2,24	1,23	3,7	4,31	4,71
Abril	4,97	5,71	7,39	4,97	2,31	6,25	5,64	6,45	4,44	3,91	4,17
Mayo	9,72	5,78	10,59	7,65	7,12	9,45	10,12	7,79	8,14	7,19	7,8
Junio	13,38	12,13	10,99	14,27	11,66	12,13	14,13	12,93	13,09	13,56	9,87
Julio	16,93	18,61	15,54	15,94	15,79	16,4	16,06	15,47	14,77	18,38	18,38
Agosto	18,47	16,06	18,41	16,73	16,26	17,47	16,53	16	14,02	18,06	16,91
Septiembre	10,59	11,99	13,94	12,8	15,19	13,8	12,87	13,74	11,63	14,91	13,96
Octubre	9,31	6,98	8,11	4,05	8,92	10,46	8,39	9,34	10,41	5,31	8,47
Noviembre	4,84	2,37	5,98	0,03	0,5	6,25	2,31	3,77	1,96	5,25	4,04
Diciembre	-0,98	-2,64	2,51	1,3	2,04	0,23	4,25	6,68	1,55	4,11	2,16

Tabla 9: Temperaturas máximas. Fuente: IVIA

TEMPERATURAS MÁXIMAS											
Año											
Mes	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Enero	23,41	19,99	22,34	21,94	22,73	22	22,81	22,6	17,84	25,86	21,99
Febrero	19,73	21,53	22,2	22,14	21,53	25,6	23,54	24,95	22,05	22,04	25
Marzo	23,86	22,63	23,67	25,73	23,94	24,67	29,62	24,81	26,01	25,72	26,07
Abril	26,53	25,67	27,48	26,41	27,67	27,88	26,61	27,48	25,59	25,86	27,46
Mayo	28,01	33,49	30,15	29,55	29,14	27,54	41,33	30,75	29,28	25,78	28,47
Junio	33,76	31,29	30,62	34,56	29,75	32,02	32,22	32,02	33,61	31,54	38,17
Julio	39,65	32,09	32,69	35,23	33,09	33,43	34,3	32,56	32	35,21	35,08
Agosto	34,03	43,4	37,04	35,64	31,08	33,49	35,97	32,96	36,08	35,28	35,55
Septiembre	39,71	32,96	30,95	31,49	29,01	33,96	31,24	34,1	33,76	31	31,94
Octubre	35,48	27,54	30,08	29,48	31,75	34,63	31,1	27,1	28,6	27,19	28,54
Noviembre	28,67	24,14	23,2	25,62	28,21	25,68	24,41	24,79	26,21	22,11	27,47
Diciembre	23,81	24,47	21,8	22,34	20,26	20,86	20,66	18,75	25,19	24,12	24,59

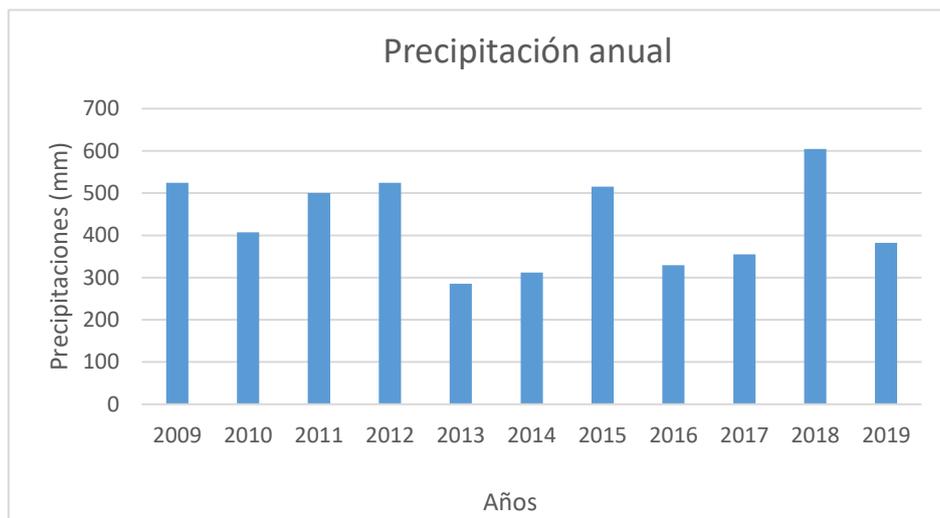
3- Pluviometría

Las precipitaciones son de vital importancia para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo. La apertura estomática y la transpiración de los frutos se reducen notablemente bajo condiciones de sequía, pudiendo llegar a inhibir la fotosíntesis en los cítricos, reduciendo el aporte de C al fruto y deteniendo de este modo su crecimiento.

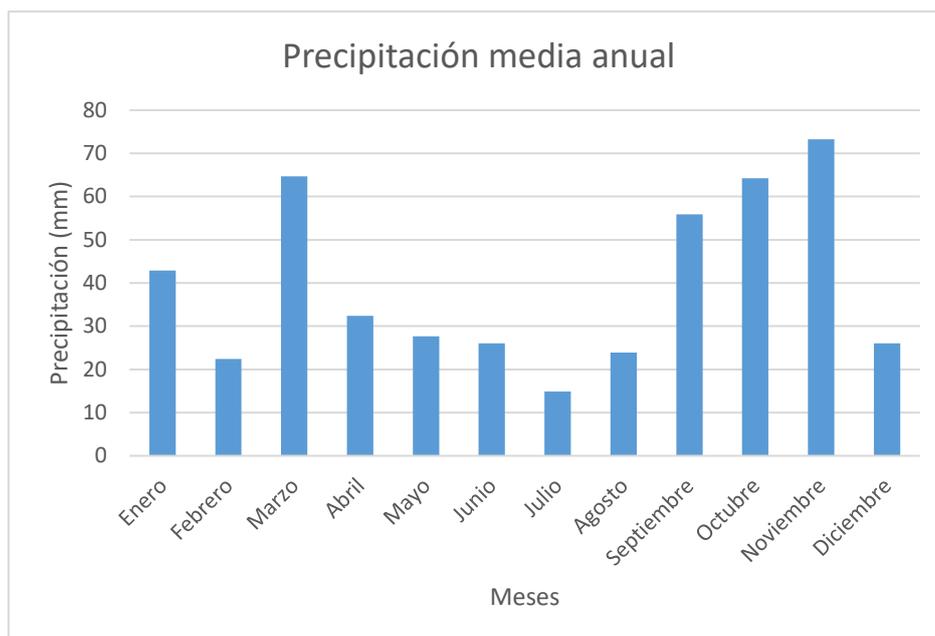
Es necesario que el cultivo reciba sus exigencias hídricas de forma organizada y distribuida en el tiempo, con el fin que la planta pueda aprovechar el agua. Como esto no sucede, en la zona donde se encuentra la parcela, se debe aportar agua de riego.

En cambio, cuando las lluvias son muy copiosas y continuadas, pueden encharcar el suelo. Las lluvias prolongadas, después del cambio de color del fruto y cuando este ha iniciado la senescencia, provocan la aparición de daños sobre la corteza, conocidos globalmente como *pixat*.

La siguiente gráfica y tabla muestran los datos recogidos por la estación meteorológica de onda en los últimos 11 años.



Gráfica 6: Precipitación anual de Onda. Fuente: IVIA



Gráfica 7: Precipitación media anual. Fuente: IVIA

Tabla 10: Precipitación media anual. Fuente: IVIA

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL												
Mes	Año											Media
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Enero	53,6	66,6	22,6	33,73	14,7	4,31	3,92	0,3	204,9	22,44	1,99	42,91
Febrero	12,4	31,2	4,4	0,2	70,17	21,76	4,51	2,3	25,1	51,75	0	22,38
Marzo	58,6	36,2	92,4	40,1	62,53	4,21	222,63	33,6	66,8	9,21	20,7	64,69
Abril	45	45,8	53,2	31,52	1,76	13,72	7,84	40,4	12,64	21,37	50,34	32,36
Mayo	7,6	78,6	48,7	3,74	5,1	6,66	13,52	45,5	8,13	35,73	23,09	27,64
Junio	3,8	43,2	32,7	4,95	47,43	10,39	61,97	0,3	21,46	34,03	0	26,02
Julio	19,6	0	20,5	3,94	0,29	21,07	69,1	0,9	0,59	2,79	9,84	14,86
Agosto	3,4	17	3,2	4,75	41,26	35,57	6,9	4,9	0,88	42,19	79,26	23,93
Septiembre	258	13,5	10,7	49,39	14,41	69,58	1	29,79	0,29	53,73	58,3	55,87
Octubre	6,6	54	42,92	194,43	13,52	4,02	43,73	26,7	10	223,62	22,86	64,24
Noviembre	4,2	10	164,03	146,74	7,64	91,83	80,4	124,6	4,02	96,51	2,68	73,26
Diciembre	52	11,2	5,05	10,78	6,47	29,01	0	19,9	0,59	11,54	113,52	26,01
Prec. anual	524,8	407,3	500,4	524,27	285,28	312,13	515,52	329,19	355,4	604,91	382,58	
Media anual	474,178											

Teniendo en cuenta los datos de pluviometría, se puede observar que la cantidad de agua de precipitación anual oscila entre 350 y 530 mm, menos los años 2013 y 2014 que presentaron una mayor sequía al acumular una precipitación de 285,28 y 312,13 mm anuales. Estos datos son realmente importantes, a la hora de aportar agua de riego al cultivo, ya que cada cultivo dependiendo del tipo de cultivo tiene unas exigencias hídricas.

4- Viento

El viento es considerado como el factor abiótico más importante en la producción de daños mecánicos y lesiones sobre la corteza de los frutos cítricos. Lentos con una velocidad de 25km/h son potencialmente dañinos. Las heridas que producen son consecuencia de rozaduras con ramas, hojas o tallos y en general, solo afectan al flaveado.

En la zona donde se sitúa la parcela, que es la zona citrícola mediterránea, los vientos que representan un peligro potencial son los cálidos y secos, procedentes del sur y sudoeste. Estos se presentan con especial virulencia en los meses de junio y agosto y causan una transpiración excesiva y la deshidratación de las hojas. Además, cuando son muy fuertes (70-80km/h) arrancar las hojas de los brotes. Por otro lado, por la época en que se presentan y por la elevación de temperatura que conllevan (40°C o más), crean un desequilibrio hídrico en la planta que incrementa la intensidad de la caída fisiológica de frutos, o reduce su velocidad de crecimiento, lo que disminuye su tamaño final. Por último, si se presentan cuando el fruto ya ha madurado, reducen drásticamente la turgencia de la corteza, que se endurece y pierde brillantez y calidad.

El único modo de combatir estos daños es mediante la instalación de cortavientos, ya sean naturales o artificiales.

Observando los datos recogidos en la central meteorológica de onda, de los últimos tres años, podemos ver que la velocidad media más alta que presenta el viento es de 6,38 km/h. Esta velocidad no presenta ningún peligro para el cultivo, por lo que no sería necesaria la instalación de cortavientos. El problema aparece con la aparición de rachas máximas con valores cercanos a los 54 km/h. Estas rachas máximas pueden provocar daños, pero en la zona en la que se encuentra la parcela, son muy esporádicas y la valoración entre pérdidas y gastos de instalación de cortavientos, hace que esta no sea una opción rentable.

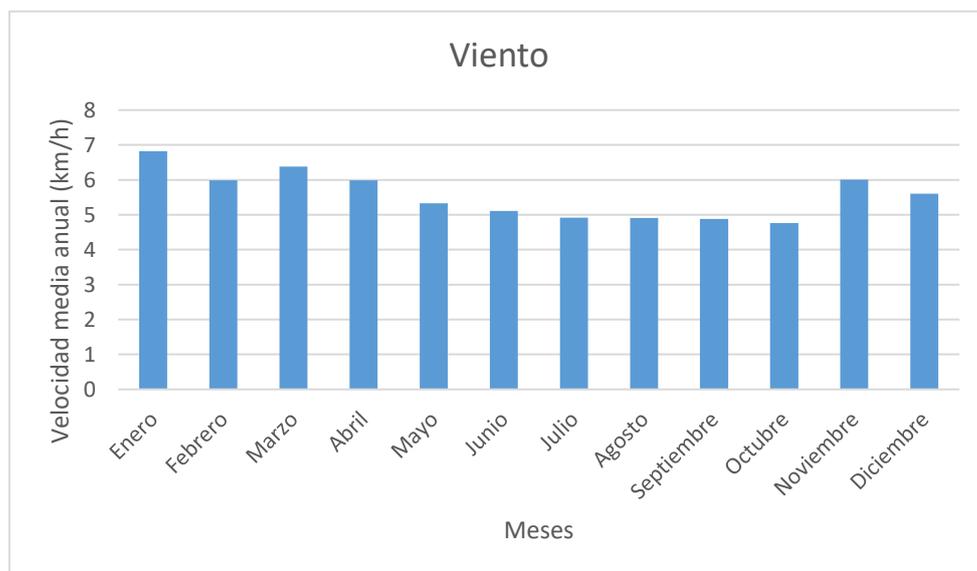


Figura 8: Viento. Fuente: IVIA

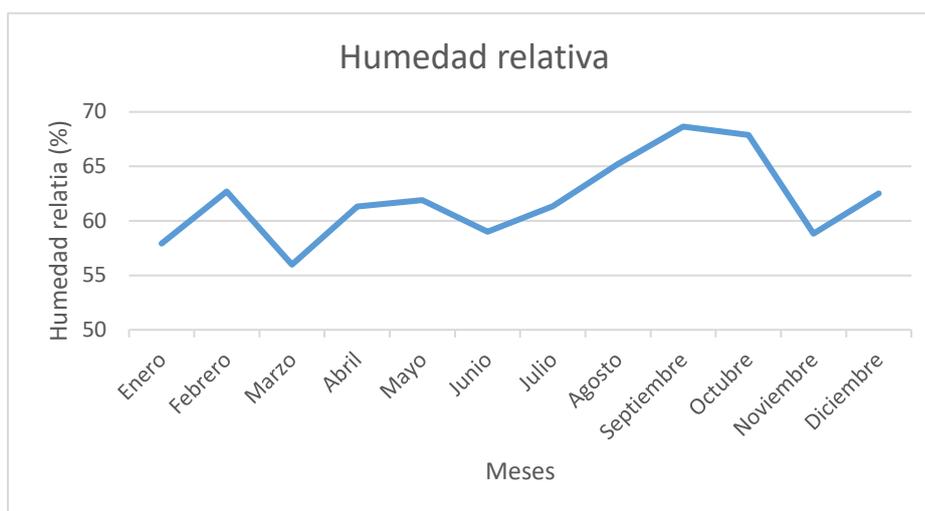
Tabla 11: Viento. Fuente: IVIA

VIENTO							
Velocidad media del viento				Racha máxima			
Año				Año			
Mes	2017	2018	2019	2017	2018	2019	Velocidad media anual
Enero	7,08	6,75	6,63	36,47	38,16	53,03	6,82
Febrero	6,55	5,76	5,68	54	34,16	44,6	5,99
Marzo	5,66	8,02	5,47	41,83	53,93	45,5	6,38
Abril	5,01	6,43	6,53	29,88	44,17	37,58	5,99
Mayo	5,23	5,17	5,59	37,01	32,94	41	5,33
Junio	5,02	5,14	5,19	33,91	29,23	43,24	5,11
Julio	4,89	4,89	4,99	29,05	28,98	23,67	4,92
Agosto	4,93	4,97	4,83	36,22	37,73	48,74	4,91
Septiembre	5,23	4,52	4,9	29,45	32,04	28,55	4,88
Octubre	4,55	4,92	4,82	27,83	43,2	40,36	4,76
Noviembre	5,43	5,1	7,5	37,87	51,19	46,12	6,01
Diciembre	6,42	4,63	5,77	45,18	31,72	48,82	5,6

5- Humedad relativa

Los cítricos se adaptan bastante bien a diferentes valores de la humedad atmosférica. Se cultivan tanto en regiones en las que la humedad relativa alcanza en ocasiones valores próximos a cero, como en regiones en las que durante el periodo de desarrollo vegetativo la humedad relativa casi nunca desciende del 70% durante el día y alcanza la saturación durante la noche.

La humedad se considera un factor decisivo de la producción. El cuajado exige de humedades ambientales moderadas. La calidad del fruto puede verse seriamente alterada por este factor. Después del cambio de color, las mandarinas decaen rápidamente en su consistencia y las temperaturas elevadas y la humedad relativa alta aceleran este proceso (*pixat*). El *bufado* de la mandarina, o separación de la pulpa y la corteza, tiene su origen en un hinchamiento de la corteza provocado por la humedad ambiente. Además, fluctuaciones de algunos factores como la lluvia, la temperatura, la humedad del suelo y la humedad relativa, se han señalado como determinantes del *splitting* (rajado) de los frutos. Por último, cabe mencionar que las mandarinas adquieren una mejor coloración bajo condiciones de elevada humedad relativa.



Gráfica 9: Humedad relativa. Fuente: IVIA

Tabla 12: Humedad relativa. Fuente: IVIA

	HUMEDAD RELATIVA			Media anual
	Año			
Mes	2017	2018	2019	
Enero	62,12	58,64	53,02	57,92
Febrero	67,51	62,72	57,83	62,68
Marzo	63,79	52,28	51,88	55,98
Abril	64,28	59,45	60,24	61,32
Mayo	60,59	63,77	61,33	61,89
Junio	61,11	60,99	54,93	59,01
Julio	64,57	62,64	56,84	61,35
Agosto	67,42	62,76	65,46	65,21
Septiembre	67,32	70,39	68,25	68,65
Octubre	67,97	68,28	67,38	67,87
Noviembre	54,95	71,04	50,46	58,81
Diciembre	54,62	66,51	66,4	62,51

Como podemos observar en la gráfica, la humedad relativa se mantiene bastante constante durante todo el año con un valor que oscila entre 55,98 y 68,65 %, siendo marzo el mes con menos humedad relativa y septiembre el que presenta el mayor valor anual. Con esta humedad no tenemos ningún problema en el cultivo de clemenules.

ANEJO 2. Análisis del suelo

1- Introducción

Los cítricos precisan para su desarrollo un soporte físico y la presencia de elementos esenciales, oxígeno y agua, y bajo condiciones de cultivo, el suelo es el medio que les proporciona dichos elementos.

Los cítricos pueden crecer bajo condiciones edáficas muy diferentes. Estos se presentan óptimos en suelos arenosos profundos y francos, siempre que la luz, la temperatura, los elementos minerales y el agua no sean limitantes. Por el contrario, los suelos impermeables y muy arcillosos, dificultan su crecimiento. Cuando la proporción de arcillas es superior al 50%, el crecimiento de las raíces se ve seriamente restringido.

Los suelos más adecuados para el cultivo de los cítricos son los que presentan una proporción equitativa de elementos finos (arcillas y limos) y gruesos (arenas), con lo que asocian las cualidades de los suelos pesados y ligeros, es decir, un buen poder de retención y una buena permeabilidad. Son, por tanto, suelos bien drenados, pero con una adecuada retención de la solución acuosa del suelo, lo que garantizara la buena nutrición del arbolado.

2- Muestra

Para realizar la valoración del estado suelo, se han tomado los datos obtenidos de un análisis de una muestra de suelo de la parcela que se está estudiando en este proyecto, llevado a cabo por la comunidad de regantes de onda, a través de la empresa Laboratorio Kudam.SL. Estos han sido los datos obtenidos:

Tabla 13: Muestra de suelo. Fuente: Comunidad de regantes de Onda (COTA 220)

MUESTRA DE SUELO		
Parámetros	Unidades	Resultados
Solución acuosa	-	1:2 (suelo: agua)
pH	-	8,4
Conductividad (1:2, 25°C)	mS/cm	0,53
Fosforo asimilable	mg/kg	75,8
Potasio (en ext. ac.)	meq/l	0,462
Potasio asimilable	mg/kg	303
Calcio (en ext. Ac.)	meq/l	1,02
Calcio asimilable	mg/kg	2120
Magnesio (en ext. ac.)	meq/l	0,62
Magnesio asimilable	mg/kg	199
Sodio (en ext. Ac.)	meq/l	0,274
Sodio asimilable	mg/kg	<50
Manganeso asimilable	mg/kg	16,3
Cobre asimilable	mg/kg	5,5
Cinc asimilable	mg/kg	19,82
Materia orgánica	%	1,76
Caliza activa	%	6,9
Nitrógeno total	%	0,11

Relación C/N	-	9,26
Capacidad de campo (CC)	% suelo seco	24,8
Punto de marchitez permanente	% suelo seco	14
Intervalo de humedad disponible	% suelo seco	10,8

3- Textura

La textura del suelo es una característica de gran importancia, ya que determina sus propiedades físicas y químicas. La textura indica la distribución cuantitativa de las distintas partículas que componen el suelo, clasificadas según su tamaño.

En el análisis realizado a la muestra de suelo de la parcela, la textura obtenida ha sido franco-arcillosa con un porcentaje de arena del 33,85%, de limo del 32,5% y de arcilla del 33,65%.

**TEXTURA (USDA)(SUE0008) : Franco-Arcillosa*

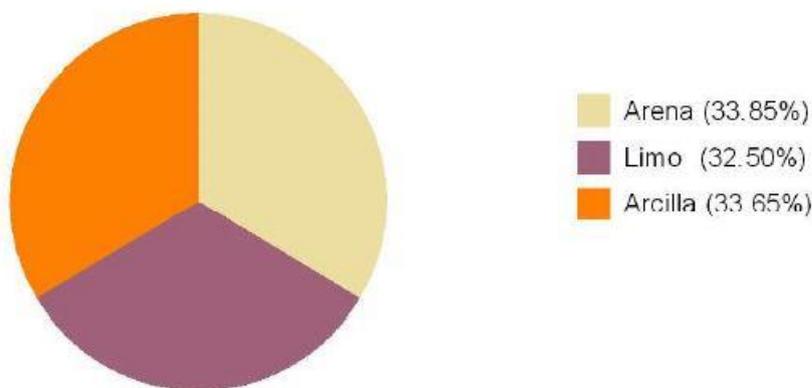


Figura 6: Textura del suelo. Fuente: Comunidad de regantes de Onda

4- Ph

La acidez del suelo se debe a la presencia de iones H^+ procedentes de ácidos minerales solubles, así como de la arcilla coloidal y de la materia orgánica que contienen hidrogeniones de cambio.

La acción del pH se muestra no solo directamente sobre el vegetal, por acción de iones H^+ u OH^- , cuya acumulación altera muchas acciones enzimáticas y hasta la respiración, sino indirectamente alterando la textura del suelo, modificando su actividad microbiológica y condicionando la solubilidad de compuestos, tanto nutritivos como tóxicos.

Los niveles óptimos de pH para que el suelo este en perfectas circunstancias y no presente ningún tipo de problema están entre 6,6 y 7,7. La muestra obtenida, tiene un pH igual a 8,4 que correspondería a un suelo básico. Este valor es ligeramente elevado pero no supone ningún problema para el cultivo de cítricos.

5- Conductividad

La conductividad eléctrica es un concepto basado en la capacidad de conducir la corriente eléctrica que tiene una solución acuosa de sales en proporción creciente a la concentración de estas. Por tanto, este concepto expresa la salinidad de un suelo.

En ocasiones, la salinidad también se expresa como la conductividad eléctrica del extracto 1:2, consistente en determinar está a partir de un extracto de suelo con agua, en proporción 1:2. Esta determinación es muy rápida y es la que se ha realizado en el análisis de la muestra de suelo.

El valor que se ha obtenido en la muestra es de 0,53 dS/m. Este valor es ligeramente bajo, ya que los valores normales están entre 0,41 y 0,70 dS/m. Esto nos indica que el suelo presenta un nivel óptimo de salinidad.

6- Fósforo

El fósforo es un elemento absolutamente esencial para los cítricos, ya que se encuentra formando parte de importantes metabolitos, como nucleótidos, ácidos nucleicos, fosfolípidos, fosfatos de azúcares, algunas coenzimas, etc. Este elemento participa en el metabolismo de los azúcares, de los ácidos nucleicos y en los procesos energéticos de la planta en forma de ATP o como diversos productos fosforilados.

El método Olsen permite obtener el contenido asimilable de P por el suelo. El contenido de P es clasificado en niveles de diferentes categorías y para suelos de diferentes texturas. En el caso de la parcela del proyecto, el suelo es franco arcilloso, por lo que la cantidad óptima de fósforo en el suelo es de 26 a 50 mg/kg. Los resultados obtenidos en el análisis de la muestra de suelo, nos indican que la cantidad de fósforo asimilable es de 75,8 mg/kg, por lo que este valor sería ligeramente alto, pero no presentaría ningún riesgo para el cultivo de cítricos.

7- Potasio

El potasio es un elemento esencial que se encuentra en las plantas, principalmente, como ion K^+ , procedente de las sales inorgánicas solubles o, en menor proporción, de las sales de ácidos orgánicos.

Se ha demostrado la esencialidad del K como coenzima de numerosas enzimas, así como la exigencia de elevadas cantidades de K durante la síntesis proteica. Especialmente importante es su papel en la fotosíntesis y en el metabolismo de los hidratos de carbono, habiéndose demostrado la relación de este elemento con la translocación de los azúcares.

Los niveles de potasio asimilable en un suelo, franco arcilloso, como el de la parcela, son entre 221 y 450 mg/kg. En el caso del suelo de la parcela que se está estudiando, el contenido de potasio es de 303 mg/kg, por lo que es una cantidad normal.

8- Calcio

El calcio es un macronutriente esencial en las plantas. La mayor parte de su actividad en la planta se debe a su capacidad de coordinación, ya que es capaz de establecer uniones estables y, al mismo tiempo reversible, entre moléculas, predominantes en la pared celular y en el plasmalema. Entre sus funciones más importantes se encuentran el papel que tiene como estabilizador de la pared celular y del plasmalema, su influencia en la división y elongación celulares y, en particular, durante el desarrollo radicular, su influencia en la activación de unos pocos enzimas, su influencia sobre el crecimiento del tubo polínico quimiotrópicamente dirigido por el Ca^{++} extracelular, su papel osmoregulador del balance iónico desde la vacuola, y su papel en la evolución de la senescencia de diferentes órganos.

Los niveles óptimos de Ca asimilable están entre 2000 y 4000 mg/kg. En el análisis de la muestra del suelo de la parcela, la cantidad de calcio asimilable es de 2120 mg/kg, por lo que es una cantidad normal.

9- Magnesio

La función más importante del magnesio en las plantas es su papel como átomo central de la molécula de clorofila. El Mg tiene también una función esencial facilitando la unión de las dos subunidades de los ribosomas, organelos responsables de la síntesis proteica. Además, son muy numerosas las reacciones enzimáticas que requieren o son promovidas por el catión Mg^{++} .

La cantidad de óptima de magnesio asimilable está entre 220 y 455 mg/kg. En el análisis de la muestra obtenida, los niveles de magnesio asimilable son de 199 mg/kg, por lo que el nivel es ligeramente bajo, pero no lo suficiente para que sea un problema.

10- Sodio

El sodio es un nutriente que aunque no cumple funciones de relativa importancia en las plantas, es necesario para un correcto desarrollo y crecimiento de estas.

La cantidad óptima de sodio asimilable es de menos de 115 mg/kg. La muestra de la parcela tiene una cantidad de menos de 50 mg/kg de sodio asimilable, lo cual es una cantidad perfecta que no presenta ningún riesgo de toxicidad.

11- Manganeso

El manganeso es un micronutriente esencial involucrado en la activación de numerosos enzimas, particularmente descarboxilasas y deshidrogenasas del ciclo de los ácidos tricarbóxicos. Pero su papel específico como nutriente mineral deriva de su estrecha relación con las metaloproteínas, de las que en parte estructural, y actúa como elemento de enlace y como sistema redox.

La cantidad óptima de manganeso asimilable se encuentra entre 20 y 50 mg/kg. La muestra de suelo analizada presenta una cantidad de 16,3 mg/kg, por lo que se consideraría que la cantidad

de magnesio en el suelo es ligeramente baja, aunque no presentaría ningún riesgo para el cultivo de cítricos.

12- Cobre

El cobre es un mineral cuya esencialidad radica en su participación a través de uniones enzimáticas en las reacciones red-ox. En las reacciones terminales catalizadas por las oxidasas, es el Cu el que reacciona directamente con el oxígeno molecular. El Cu también se ha relacionado con el metabolismo de los carbohidratos y en la lignificación de las paredes celulares, inducida por la carencia en Cu.

La cantidad de cobre asimilable óptima en cítricos es de 5 a 20 mg/kg. La muestra de la parcela presenta una cantidad de 5,5 mg/kg de Cu asimilable, que es una cantidad que se encuentra dentro de lo que se considera normal.

13- Zinc

El zinc es un micronutriente esencial de las plantas y de gran importancia en el cultivo de cítricos. En las plantas el zinc no es oxidado ni reducido y su acción está basada en sus propiedades como catión divalente. Al menos cuatro enzimas precisan al Zn como cofactor: alcohol deshidrogenasa, superóxido dismutasa, anhidrasa carbónica y ARN polimerasa. Este último caso indica que, indirectamente, su deficiencia inhibe la síntesis proteica. Finalmente, las plantas requieren Zn para la síntesis de triptófano, un aminoácido precursor de la síntesis del ácido indolacético. Por tanto, el Zn interviene, también, en el control del desarrollo a través de su acción indirecta sobre el metabolismo de las auxinas.

La cantidad óptima de zinc asimilable es de 25 a 100 mg/kg. La muestra analizada presenta un contenido de 19,82 mg/kg de zinc asimilable, lo cual indicaría que el nivel de zinc está ligeramente por debajo de lo óptimo, pero sin que represente ningún problema para el cultivo de cítricos.

14- Hierro

El hierro es un elemento esencial en la vida de las plantas, a pesar de la pequeña cantidad con que se encuentra en sus tejidos. Este elemento forma parte de la ferredoxina y los citocromos, sustancias transportadoras de electrones y, por lo tanto, fundamentales en la fotosíntesis y en la respiración. Además, son cofactores enzimáticos de la citocromo-oxidasa, la catalasa y peroxidasas. En las hojas, el Fe está ligado a la fitoferretina, una fosfoproteína de los cloroplastos que se constituye en reserva de este elemento mineral.

La cantidad óptima de hierro asimilable se encuentra entre 2 y 4,5 mg/kg. La muestra analizada presenta una cantidad de hierro asimilable de 6,2 mg/kg, por lo que se considera que el nivel de hierro es ligeramente elevado, pero esto no dificulta en absoluto el cultivo de cítricos.

15- Materia orgánica

La adición de materia orgánica al suelo afecta a la estructura de este, aumentando el porcentaje de agregados estables al agua. De este modo mejora sus propiedades físicas, y mejora también, indirectamente, su aireación y relaciones hídricas. Además, la materia orgánica aporta cantidades significativas de nitrógeno al suelo, aunque este no sea inicialmente asimilable por las plantas. La degradación de la materia orgánica es llevada a cabo, mayoritariamente, por las bacterias anaeróbicas, que reducen el N orgánico a iones amonio (NH_4^+). Este es oxidado por las bacterias aeróbicas autótrofas a ion nitrato (NO_3^-), que es rápidamente absorbido y asimilado por la planta.

La cantidad óptima de materia orgánica se encuentra entre 1,21% y 2,5%. La cantidad de materia orgánica que tiene la muestra analizada es de 1,76%, por lo que es una cantidad perfecta.

16- Caliza activa

La caliza activa se define como partículas finas de carbonatos, de tamaño inferior a 5 μm , muy activas químicamente y que pueden interferir en el normal desarrollo de las plantas. Se recomienda hacer un análisis de caliza activa cuando el contenido de los carbonatos es superior al 10%.

El porcentaje óptimo de caliza activa se encuentra entre un 6 y un 9%. La muestra de suelo de la parcela estudiada en el proyecto presenta un 6,9% de caliza activa, con lo que se considera que es un valor normal.

17- Nitrógeno total

Solamente informa de la cantidad de nitrógeno disponible en la muestra de suelo, a la hora de realizar el análisis, ya que es un elemento muy dinámico y variable con el tiempo.

La cantidad óptima de nitrógeno total se encuentra entre un 0,11 y un 2%. La muestra analizada en este proyecto, presenta una cantidad de nitrógeno del 0,11%, por lo que se considera que es una cantidad óptima.

18- Relación C/N

La relación C/N expresa el cociente entre el carbono orgánico y el nitrógeno total contenidos en las materias orgánicas o en las muestras de suelo.

La óptima relación de C/N está establecida entre un 0,01 y un 11. La muestra de suelo analizada presenta una relación de C/N igual a 9,26, por lo que este valor nos indica que no hay una liberación de nitrógeno alta, ni tampoco escasa.

19- Capacidad de retención y capacidad de campo

La capacidad de retención es la cantidad máxima de agua que un suelo retiene una vez que ha finalizado el drenaje interno. Coincide con el máximo de agua capilar, que es agua retenida por

fuerzas de tensión superficial. El contenido de humedad del suelo en este estado se denomina capacidad de campo.

La capacidad de campo obtenida en el análisis de la muestra de suelo es del 24,8% de suelo seco, que correspondería a un porcentaje normal para un suelo franco-arcilloso.

20- Punto de marchitez permanente

Si el contenido de humedad de un suelo desciende progresivamente, las plantas encontrarán, cada vez, mayores dificultades para absorber el agua del suelo, llegando al punto en que se iniciaran los fenómenos de marchitez. Cuando es posible restablecer la funcionalidad de la planta por nuevos aportes de agua, se dice que el suelo se encontraba en un estado de marchitez temporal. Si el estado de marchitez es irreversible y la planta no recobra su actividad vital por nuevos aportes de agua, se dice que el suelo ha alcanzado su punto de marchitez.

El punto de marchitez permanente obtenido en el análisis de la muestra de suelo es del 14%, que correspondería a un porcentaje normal para un suelo franco-arcilloso.

21- Intervalo de humedad disponible

El intervalo de humedad disponible corresponde al porcentaje de agua útil, es decir, al porcentaje de agua retenida en el suelo que es aprovechable por las plantas. Esta agua útil equivale a la diferencia entre capacidad de campo y punto de marchitamiento permanente.

El intervalo de humedad disponible obtenido en el análisis de la muestra de suelo de la parcela estudiada en este proyecto es igual a 10,80% de suelo seco, que corresponde a un porcentaje normal para un suelo franco-arcilloso.

ANEJO 3. Análisis del agua de riego

1- Introducción

En las condiciones de cultivo de la provincia de Castellón, el manejo del agua se presenta como un factor decisivo para la obtención de cosechas elevadas y de calidad. Bajo un punto de vista agronómico, el manejo adecuado del agua consiste en restablecer sus pérdidas provocadas por la transpiración del vegetal. Cuando las condiciones ambientales provocan una absorción y un transporte de agua en la planta insuficiente, y en ello no es remediado con un aporte externo, decimos que la planta está en estrés.

Debido a todo esto es necesario aportar agua de riego a los cítricos, pero es de vital importancia que esta agua sea de calidad. Para comprobarlo, se hacen análisis con el fin de obtener la temperatura del agua, su riqueza en gases, su riqueza en sustancias minerales y orgánicas en solución y suspensión, y el riesgo de contaminación que puede presentar cuando ha sido contaminada por elementos químicos y biológicos procedentes de la actividad industrial y agrícola.

El agua utilizada para el riego de la parcela que se está estudiando en este proyecto procede del río mijares y esta almacenada en el embalse de la comunidad de regantes de Onda.

2- Muestra

Para realizar la valoración de la calidad del agua de riego de la parcela estudiada en este proyecto, se han tomado los datos obtenidos del análisis de una muestra de agua, llevado a cabo por la comunidad de regantes de onda, a través de la empresa Laboratorio Kudam.SL. Estos han sido los datos obtenidos:

Tabla 14: Muestra de agua de riego. Fuente: Comunidad de regantes de Onda (COTA 220)

MUESTRA DE AGUA DE RIEGO		
Parámetros	Unidades	Resultados
Ph (a 14,9°C)	-	8,18
Conductividad	μS/cm	810
Potasio disuelto	mg/L	2,07
Magnesio disuelto	meq/L	2,25
Calcio disuelto	meq/L	6
Sodio disuelto	meq/L	1,3
Sulfatos	mg/L	255
Nitratos	mg/L	4,34
Cloruros	mg/L	48,7
Dureza	° Franceses	41,18
SAR	-	0,64
CSR	meq/L	-5,67
Índice de Scott	-	41,88

3- pH

El pH indica la acidez o la no acidez (basicidad o alcalinidad) del agua. Es un valor numérico que expresa la concentración de iones de hidrogeno (H^+) presentes en la disolución.

Los valores normales del pH del agua de riego tienen que estar entre 6,5 y 8,4. El pH obtenido en el análisis de la muestra de agua de riego es de 8,18 y por lo tanto, esta agua presenta un pH ligeramente alcalino, que es idóneo para el riego.

4- Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica expresa la cantidad de sales disueltas en el agua.

Un valor de conductividad eléctrica menor a $1000 \mu S/cm$ indica que el agua es de buena calidad ya que no presenta problemas de salinidad. La conductividad eléctrica obtenida en el análisis de la muestra de riego es de $810 \mu S/cm$. Esto nos indica que el agua de riego no presenta un exceso de salinidad i que, por tanto, es idónea para el riego.

5- Potasio disuelto

El potasio es un elemento de vital importancia para los cítricos. Este es necesario para regular el equilibrio iónico de la célula y para que la fruta alcance el tamaño adecuado y tenga una piel de espesor regular. Los síntomas de deficiencia de potasio incluyen la producción de fruta pequeña con piel fina.

El contenido de potasio que presenta el agua, queda en el suelo como nutriente para las plantas. La cantidad óptima de potasio disuelto en el agua de riego es de 0 a 2 mg/L. La cantidad de potasio disuelto en la muestra de agua analizada es de 2,07 mg/L. Aunque es un valor ligeramente alto, no habría ningún problema para el cultivo de cítricos.

6- Magnesio disuelto

Es un elemento esencial para muchas reacciones enzimáticas del árbol. La carencia de magnesio disminuye los rendimientos, el vigor del árbol y la resistencia a las heladas.

El contenido óptimo de magnesio disuelto en el agua de riego oscila entre 0 y 5 meq/L. La muestra de agua analizada presenta una cantidad de 2,25 meq/L de magnesio disuelto, que corresponde con una cantidad normal.

7- Calcio disuelto

Es el elemento más prevalente en los cítricos maduros y supone alrededor del 20% del contenido elemental. El calcio es importante para la actividad enzimática, el transporte de metabolitos y es un componente esencial de la estructura de la pared celular. La deficiencia de calcio disminuye el crecimiento.

La cantidad optima de calcio disuelto en el agua oscila entre 0 y 20 meq/L. La cantidad de calcio disuelto en la muestra de agua analizada es de 6 meq/L, que se consideraría una cantidad normal.

8- Sodio disuelto

El sodio es un nutriente que aunque no cumple funciones de relativa importancia en las plantas, es necesario para un correcto desarrollo y crecimiento de estas.

La cantidad optima de sodio disuelto en el agua oscila entre 0 y 40 meq/L. La cantidad de sodio disuelto en la muestra de agua analizada es de 1,3 meq/L, por lo que es considerada una cantidad normal.

9- Sulfatos

Los sulfatos corresponden a la cantidad de azufre disuelto en el agua. El azufre es un componente esencial de las proteínas y de las enzimas. El azufre se aplica comúnmente en forma de sulfato en muchas fórmulas comerciales de fertilizantes. Los síntomas de deficiencia de azufre se caracterizan por una reducción del tamaño de las hojas y un amarillamiento general de estas.

La cantidad óptima de sulfatos en el agua de riego oscila de 0 a 20 meq/L. La cantidad de sulfatos presente en la muestra de agua de riego analizada es de 5,31 meq/L, por lo que es considerada una cantidad normal

10- Nitratos

Los nitratos corresponden a la cantidad de nitrógeno disuelto en el agua. El nitrógeno es un elemento esencial para las plantas, ya que forma parte de un gran número de compuestos orgánicos, como aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, clorofila, etc. Constituye el elemento más importante en el programa anual de abonado. Su influencia sobre el crecimiento, la floración y la productividad es notable, así como, en ciertas condiciones, sobre la calidad del fruto. La deficiencia de nitrógeno se caracteriza, al igual que la deficiencia de azufre, por una reducción del tamaño de las hojas y un amarillamiento general de estas. Además, en los arboles deficientes en nitrógeno, el cuajado tiende a ser deficiente y los frutos, cuando alcanzan la madurez, son de pequeño tamaño y de corteza fina.

La cantidad óptima de nitratos en el agua de riego es de 0 a 10 mg/L. La cantidad de nitratos presente en la muestra de agua analizada es de 4,34 mg/L. Esta cantidad es considerada normal.

11- Cloruros

Los cloruros corresponden a la cantidad de cloro disuelto en agua. El cloro es un microelemento, que aunque no se conoce con precisión el papel fisiológico que juega en la planta, se ha comprobado que contribuye a mantener turgentes las células vegetales, economiza agua y proporciona, en cierto modo, resistencia a la sequía.

Por otra parte, su presencia en el suelo se considera más bien perjudicial, ya que puede ser muy abundante y debido a la solubilidad de los cloruros eleva el efecto salino de las soluciones del suelo. Está comprobado, también, que su presencia disminuye la calidad de algunas cosechas. En cantidades muy elevadas puede ser fitotóxico.

La cantidad óptima de cloruros en el agua de riego es de 0 a 30 meq/L. La cantidad de cloruros presente en la muestra de agua de riego analizada es de 1,37 meq/L, por lo que es considerada una cantidad adecuada.

12- Dureza

La dureza del agua es básicamente la suma de las concentraciones de calcio y magnesio en el agua, expresada en ppm de CaCO_3 . El calcio y el magnesio son nutrientes esenciales para las plantas y una concentración adecuada de ellos en el agua es beneficiosa. Sin embargo, cuando la dureza del agua es demasiado alta, se puede dañar o reducir la eficiencia del sistema de riego. En cambio, cuando la dureza del agua es demasiado baja, esta puede ocasionar corrosión en el sistema de riego.

Los resultados obtenidos en el análisis de la muestra de agua de riego clasifican esta agua de riego como dura, debido a que el valor obtenido es de 41,18 grados franceses. Debido a que el nivel de dureza del agua no es excesivamente alto, no sería probable que se dañara el sistema de riego y no habría ningún problema en el riego de cultivo de cítricos.

13- Relación de adsorción de sodio (SAR)

Uno de los iones que más favorece la degradación del suelo es el sodio que sustituye al calcio en los suelos de las zonas áridas. Esta sustitución da lugar a una dispersión de los agregados y a una pérdida de la estructura, por lo que el suelo pierde rápidamente su permeabilidad.

La relación de adsorción de sodio es un cálculo a partir de las concentraciones de sodio, magnesio y calcio que hace referencia a la proporción relativa en que se encuentran y estima la tendencia del agua de propiciar la compactación y apelmazamiento del suelo. Mientras mayor sea la SAR, el agua es menos apta para riego.

El valor obtenido de SAR en el análisis de la muestra de agua de riego es de 0,64. Este valor es muy bajo, lo cual indica que esta agua es muy recomendable para la mayoría de cultivos, al presentar una alcalinidad débil.

14- Carbonato sódico residual (CSR)

El carbonato sódico residual se emplea para predecir la tendencia del calcio y magnesio a precipitar en el suelo cuando se riega con aguas altamente carbonatadas. Cuando esto ocurre, aumentará la proporción relativa de sodio presente en el suelo, es decir, aumentará el valor de SAR y por tanto, el riesgo de solidificación del suelo, a pesar de que la cantidad presente de sodio no ha variado.

La ecuación que determina el carbonato sódico residual suma los carbonatos y bicarbonatos y resta los iones de calcio y magnesio. El resultado indica el exceso o el defecto del agua. Los valores deseados de carbonato sódico residual son siempre menores a 1,25 meq/L.

El valor de CSR obtenido en el análisis de la muestra de agua de riego es igual a -5,67 meq/L. Este valor de CSR, es muy bajo, lo que indica que esta agua es muy recomendable para riego.

15- Índice de Scott

El índice de Scott o coeficiente alcalinométrico valora la calidad agronómica del agua en función de las concentraciones de los iones de cloruro, sodio y sulfato. Es decir, en realidad, el índice de Scott evalúa la toxicidad que pueden producir las concentraciones de los cloruros y sulfatos, aportadas con el agua de riego y que permanecen en el suelo tras formar cloruro o sulfato de sodio.

El valor del índice de Scott obtenido en el análisis de la muestra de agua de riego es 41,88. Como este valor es mayor que 18, no es necesario tomar precauciones de toxicidad ya que el agua es de muy buena calidad.

16- Conclusión

Analizando todos los puntos descritos en este anexo, se puede afirmar que el agua de riego analizada es de muy buena calidad, ya que cumple todos los requisitos necesarios para ello.

ANEJO 4. Acondicionamiento del suelo

1- Introducción

Para proceder a la plantación de los cítricos, es necesario que primero se acondicione el suelo a este cultivo, para potenciar al máximo su eficiencia y evitar posibles problemas que pueda provocar un suelo en mal estado.

Para preparar el suelo para el cultivo de cítricos, es necesario realizar una serie de técnicas de laboreo, con diferente tipo de maquinaria. Estas labores, serán realizadas por la cooperativa católica agraria a través de toda la maquinaria que tienen en propiedad, que es más que suficiente para dejar el suelo en un perfecto estado de siembra.

2- Eliminación de vegetación anterior (arado de discos)

El primer paso para el acondicionamiento del suelo consiste en eliminar las malas hierbas y la flora existente, como consecuencia del abandono del suelo durante años, a través de un arado de discos. Esta es una labor preparatoria de profundidad media que recibe el nombre de alzar y se realiza con la finalidad de levantar los residuos vegetales anteriores a la plantación del cultivo, removiendo, al mismo tiempo, una capa de suelo de profundidad inferior a 30 cm.

Se trata de una labor preparatoria del suelo y tiene el objetivo de:

- Mejorar la estructura del suelo deteriorada mediante el cultivo anterior o en nuestro caso la vegetación espontánea surgida del abandono del suelo.
- Enterrar los residuos del cultivo precedente.
- Facilitar la penetración del agua en el suelo.

Es normal que en el clima mediterráneo, como el de onda, se realice esta labor para recoger el agua del otoño y del invierno. Para esto, esta labor debe hacerse lo antes posible, siendo el momento óptimo a finales de verano o principios de otoño.

El enterramiento de los residuos vegetales anteriores a la plantación del cultivo aporta al suelo gran cantidad de nutrientes al mismo tiempo que ayudan al suelo a retener humedad. Para esta labor, en el caso del suelo estudiado en este proyecto, es necesaria una segadora-picadora acompañada de una labor de alzar, ya que primero es necesario desmenuzar la vegetación existente, para poder realizar bien la labor de alzar, con el arado de discos, y conseguir un buen enterramiento de los residuos orgánicos de la vegetación anterior.

3- Gradear con discos

Es una labor preparatoria de profundidad media, realizada con discos. El objetivo de esta labor es desmenuzar y mullir el suelo, rompiendo los terrones dejados por el arado en la labor de alzar. En el caso del suelo de la parcela estudiada, la cooperativa realizará un gradeado con discos para desmenuzar el suelo rompiendo los terrones dejados por el arado de discos al inicio de la preparación del suelo. Esta labor se realizará dos veces. La grada de discos que la cooperativa tiene en propiedad, es una grada-tándem de cuatro cuerpos dispuestos en X, con los discos de los cuerpos traseros cruzados respecto a los delanteros. De esta forma, la tierra atacada en una dirección es atacada, de nuevo, en la opuesta, consiguiéndose un desmenuzamiento muy efectivo de la tierra en la capa labrada.

Aunque el objetivo fundamental del laboreo con grada de discos es desmenuzar y mullir el suelo superficialmente, también se consigue, en buena medida nivelar el suelo, destruir malas hierbas, cortar y desmenuzar pajas, abonos verdes, etc. Es decir, con esta labor se consigue mejorar la labor hecha con el arado de discos, obteniendo un suelo perfecto para cultivar.

4- Nivelación

Debido a que la parcela fue usada en anterioridad para el cultivo de otras variedades frutícolas, está preparada para el riego a manta, al igual que todas las parcelas del alrededor, por lo que no será necesario realizar una nivelación, ya que la pendiente existente es muy baja.

Por otra parte, al querer instalarse un sistema de riego por goteo, la pendiente del suelo pierde gran importancia, al no tener grandes volúmenes de agua con los que se pueda producir escorrentía. A no ser que la pendiente fuera elevada, no cobraría gran importancia.

Por tanto, en el caso particular de esta parcela, no es necesario realizar ninguna nivelación.

5- Laboreo en caballones (Ridge-till)

Este método se centra en la realización de caballones de 10 a 25 cm de altura, mediante la acaballonadora. Entre dos caballones se deja una banda sin labrar de anchura variable, según sean los marcos de plantación. En el caso de la parcela de este proyecto, al ser un cultivo de árboles de gran tamaño (cítricos), la separación entre caballón y caballón es de 5 metros, al tener establecida un marco de plantación de 5 x 4 metros.

La siembra se hace sobre el lomo del caballón. Una de las grandes ventajas de cultivo en caballones es que permite cultivar a cierta altura, evitando problemas es las plantas, como podría ser la aparición de hongos por exceso de humedad en raíces.

ANEJO 5. Riego

1- Introducción

En objetivo fundamental del riego consiste en proveer de suficiente humedad el suelo para compensar las pérdidas de agua que por evapotranspiración se producen a lo largo del día, y en última instancia, minimizar los efectos negativos que sobre el desarrollo del árbol, su cosecha y calidad del fruto provoca un déficit hídrico.

En las zonas áridas o semiáridas, como España, el riego es esencial para la obtención de cosechas copiosas y de calidad y, para el buen desarrollo del árbol, e inclusive para su supervivencia.

El riego reduce la caída fisiológica de frutos y mejora su tamaño final. En cambio, un riego excesivo, puede reducir la calidad del fruto al reducir el contenido de sólidos solubles totales y la acidez libre, a través de un proceso de dilución, al aumentar el contenido en zumo de los frutos.

En cuanto a la parcela que estamos estudiando en este proyecto, el sistema de riego llevado a cabo ha sido el de riego por goteo. Este proporciona el agua directamente a las raíces del vegetal. Este sistema destaca por tener la eficiencia de riego más alta, con un nivel de pérdidas de agua, realmente bajo, al reducirse drásticamente las pérdidas por evaporación, escorrentía y percolación.

En el caso particular de la parcela tratada, debido a su localización en la localidad de Onda, el agua de riego procede del embalse del Sichar. Esta agua, a través del canal de la comunidad de regantes cota 220, es redireccionada al cabezal de dicha comunidad de regantes y desde ahí a cada parcela particular, a través de bombas.

2- Necesidades de riego

El fraccionamiento del riego a lo largo el ciclo vegetativo está basado en restablecer las pérdidas diarias por evapotranspiración (ET), escorrentía y percolación.

Para poder obtener las necesidades hídricas del cultivo, es necesario realizar una serie de cálculos.

2.1- Evapotranspiración de referencia (ET_o)

La tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua, se conoce como evapotranspiración de cultivo de referencia, y se denomina ET_o. La superficie de referencia corresponde a un cultivo hipotético de pasto con características específicas.

Los únicos factores que afectan a la ET_o son los parámetros climáticos. Por tanto, ET_o es también un parámetro climático que puede ser calculado a partir de datos meteorológicos.

Para el cálculo de este parámetro es necesario el uso de los datos de la estación meteorológica del ivia que se encuentra en la localidad de onda y que pertenece a la red de riegos del ivia. Los datos extraídos son los siguientes:

Tabla 15: Evapotranspiración de referencia. Fuente: IVIA

EVAPOTRANSPIRACION DE REFERENCIA (ETo)												
Mes	Año											Media
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Enero	47,72	42,11	35,43	46,45	57,91	54,94	51,45	45,48	26,84	58,73	55,53	47,5081818
Febrero	51,62	53,59	56,74	63,72	61,29	64,43	62,32	68,11	54,79	50,25	60,64	58,8636364
Marzo	80,97	72,38	70,72	90,21	83,28	93,82	76,96	84,39	84,79	99,63	95,27	84,7654545
Abril	102,81	89,41	99,12	105,32	96,46	117,24	105,61	103,3	99,36	110,97	101,89	102,862727
Mayo	140,03	130,92	129,05	138,73	120,96	136,65	155,92	122,86	147,18	128,48	136,29	135,188182
Junio	164,25	144,86	139,29	153,63	151,12	158,03	161,26	160,62	163,09	156,08	163,95	156,016364
Julio	164,2	164,04	144,06	148,99	175,25	169,21	159,54	160,74	159,43	173,53	172,06	162,822727
Agosto	153,09	143,66	147,72	137,27	128,47	136,33	133,4	139,36	134,41	144,28	145,53	140,32
Septiembre	99,77	102,64	117,19	97,8	104,45	101,27	94,61	107,43	102,45	99,86	103,72	102,835455
Octubre	60,21	75,89	79,25	66,66	80,93	80,38	59,59	62,9	77,95	69,9	76,81	71,8609091
Noviembre	58,84	53,49	36,92	42,2	65,69	47,74	47,09	42,97	56,95	43,42	69,49	51,3454545
Diciembre	43,08	36,41	43,6	39,18	42,79	41,6	29,14	5,85	51,14	38,93	45,38	37,9181818

2.2- Coeficiente de cultivo (Kc)

El coeficiente de cultivo es un factor ligado al cultivo que relaciona ETc y ETo, de tal manera que, $ETc = Kc \times ETo$.

Las diferencias en la anatomía de las hojas, características de las estomas, las propiedades aerodinámicas, e incluso el albedo, ocasionan que la evapotranspiración de cultivo difiera de la evapotranspiración del cultivo de referencia bajo las mismas condiciones climáticas. Debido a variaciones en las características de cultivo durante los diferentes periodos de crecimiento, para un determinado cultivo, Kc cambia desde la siembra hasta la cosecha.

Por tanto, para poder obtener la ETc es necesario, previamente, obtener el valor de Kc de los cítricos para una zona predominantemente seca y con unos vientos de débiles a moderados, es decir, para la zona de la localidad de onda. Estos son los valores de Kc (fuente: Castel, 1987):

Tabla 16: Coeficiente de cultivo. Fuente: FAO

COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc)												
Kc	Mes											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	0,75	0,75	0,8	0,8	0,8	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,8	0,8

2.3- Evapotranspiración del cultivo (ETc₁)

La evapotranspiración de cultivo es la cantidad de agua que se consumirá en la parcela estudiada en evaporación y transpiración. Para calcular la evapotranspiración de cultivo, se ha de multiplicar la evapotranspiración de referencia por el coeficiente de cultivo. Los valores obtenidos para la parcela estudiada son los siguientes:

Tabla 17: Evapotranspiración de cultivo: Fuente: FAO

Mes	ET _o	K _c	ET _c
Enero	47,5	0,45	21,37
Febrero	58,86	0,45	26,48
Marzo	84,76	0,5	42,38
Abril	102,86	0,5	51,43
Mayo	135,18	0,5	67,59
Junio	156,01	0,55	85,80
Julio	162,82	0,55	89,55
Agosto	140,32	0,55	77,17
Septiembre	102,83	0,55	56,55
Octubre	71,86	0,55	39,52
Noviembre	51,34	0,5	25,67
Diciembre	37,91	0,5	18,95

Una vez obtenida la evapotranspiración de cultivo, esta se debe de corregir, para ajustar más la cantidad de agua empleada. Para ello se debe multiplicar la evapotranspiración de cultivo por tres coeficientes: El primero, está relacionado con el tamaño de los árboles (k_L =coeficiente de localización), el segundo, con el tamaño del campo (k_2 =coeficiente de advección) y el tercero es un corrector de las variaciones climáticas (k_3 =coeficiente de clima). La evapotranspiración de cultivo corregida esta expresada por la siguiente formula:

$$ET_c = ET_o \cdot K_c \cdot K_L \cdot K_2 \cdot K_3$$

- Coeficiente de localización (K_L)

Este coeficiente está relacionado con el área sombreada por los árboles. Primero de todo es necesario calcular la zona sombreada de cada árbol y el porcentaje sobre el marco de plantación. El método para el cálculo de este coeficiente parte de cuatro formulas, de las cuales únicamente se debe hacer caso de los dos valores intermedios, de los cuales se hace la media. Por tanto, inicialmente, se obtiene el valor del área sombreada y el porcentaje sobre el marco de plantación (A):

D = Diámetro de copa de árbol = 3,6 m

R = Radio de copa de árbol = 1,8 m

Área sombreada por árbol = $(\pi \cdot D^2) / 4 = (\pi \cdot (2 \cdot R)^2) / 4 = \pi \cdot R^2 = 10,178 \text{ m}^2$

Marco de plantación = a · b = 5 · 4 = 20 m²

A = área sombreada por árbol / marco de plantación = 10,178 / 20 = 0,509 = 50,9%

Una vez obtenidos estos datos, se continúa con el cálculo de cuatro formulas, de las cuales únicamente interesa los dos alores intermedios, de los cuales se hace la media:

K_L (Aljibury et al.) = 1,34 · A = 0,682

$$K_L (\text{Decroix}) = 0,1 + A = 0,609$$

$$K_L (\text{Hoare et al.}) = A + 0,5 \cdot (1 - A) = 1.009 \cdot 0,491 = 0,518$$

$$K_L (\text{Keller}) = A + 0,15 \cdot (1 - A) = 0,659 \cdot 0,491 = 0,323$$

$$K_L = (0,609 + 0,518) / 2 = 0,56$$

- Coeficiente de advección (K_2)

Este coeficiente está relacionado con el tamaño del campo. En este caso, la parcela estudiada en este proyecto es de 6505 m², que es lo mismo que 0,65 hectáreas. Teniendo en cuenta este valor, $K_2 = 1,02$.

- Coeficiente de clima (K_3)

Este coeficiente está relacionado con las variaciones climáticas. Para compensar el aumento de transpiración y posibles ajustes a la baja del riego localizado relacionados con el clima, se toma $k_3 = 1,2$.

Tabla 18: Evapotranspiración real del cultivo. Fuente: FAO

EVAPOTRANSPIRACION REAL DEL CULTIVO (ETc)						
Mes	ETo (mm/mes)	Kc	KL	K ₂	K ₃	ETc (mm/mes)
Enero	47,5	0,45	0,56	1,02	1,2	14,65
Febrero	58,86	0,45	0,56	1,02	1,2	18,15
Marzo	84,76	0,5	0,56	1,02	1,2	29,04
Abril	102,86	0,5	0,56	1,02	1,2	35,25
Mayo	135,18	0,5	0,56	1,02	1,2	46,32
Junio	156,01	0,55	0,56	1,02	1,2	58,81
Julio	162,82	0,55	0,56	1,02	1,2	61,38
Agosto	140,32	0,55	0,56	1,02	1,2	52,9
Septiembre	102,83	0,55	0,56	1,02	1,2	38,76
Octubre	71,86	0,55	0,56	1,02	1,2	27,09
Noviembre	51,34	0,5	0,56	1,02	1,2	17,59
Diciembre	37,91	0,5	0,56	1,02	1,2	12,99

2.4- Necesidades de riego netas (NRn)

Las necesidades de riego netas de un cultivo son un factor que se calcula por balance entre pérdidas y aportes de agua. Se calculan a partir de los cálculos anteriores, con la siguiente ecuación:

$$NRn = (ETo \cdot Kc \cdot KL \cdot K_2 \cdot K_3) - P_e = (ETC_1 \cdot KL \cdot K_2 \cdot K_3) - P_e = ETC - P_e$$

En cuanto a la precipitación efectiva (P_e), cabe mencionar que es la precipitación que aprovecha el cultivo. Por tanto, es la proporción de agua retenida en la capa radical con respecto a la cantidad de lluvia caída. Para su cálculo hay que tener en cuenta dos criterios:

- Si $P > 75$ mm, $P_e = 0,8 \cdot P - 25$
- Si $P < 75$ mm, $P_e = 0,6 \cdot P - 10$

En el caso, de la zona que se está tratando, la precipitación es siempre inferior a 75 mm, por lo que siempre se usara la segunda fórmula. Los valores obtenidos son los siguientes:

Tabla 20: Necesidades de riego netas

NECESIDADES DE RIEGO NETAS (NRn)				
Mes	P (mm)	P _e (mm)	Etc	NRn (mm)
Enero	42,91	15,746	14,65	-1,09
Febrero	22,38	3,428	18,15	14,72
Marzo	64,7	28,82	29,04	0,22
Abril	32,36	9,416	35,25	25,83
Mayo	27,63	6,578	46,32	39,74
Junio	26,02	5,612	58,81	53,19
Julio	14,86	-1,084	61,38	62,46
Agosto	23,93	4,358	52,9	48,54
Septiembre	55,87	23,522	38,76	15,24
Octubre	64,24	28,544	27,09	-1,45
Noviembre	73,26	33,956	17,59	-16,37
Diciembre	26,01	5,606	12,99	7,38

Como se observa en la tabla, los meses de enero, octubre y noviembre, presentan un valor de NRn negativo, que indica que estos meses no necesitan aporte de agua de riego, debido a que las precipitaciones efectivas de esos meses son superiores a sus bajas evapotranspiraciones. En cambio, los meses de junio, julio y agosto, son los meses que más necesitan un aporte extra de agua, que será aportado mediante riego por goteo.

2.5- Necesidades de riego totales (NRt)

Las necesidades de riego totales son la cantidad de agua de riego que necesita el cultivo teniendo en cuenta las pérdidas de agua que existen por percolación (R_p), el aumento de riego (lavado) que se debe hacer para compensar las aguas salinas (FL) y la compensación de deficiencia en distribución homogénea de agua (CU). Estos tres factores multiplicados son igual a la eficiencia de riego (E_a), pero, R_p y FL no se toman simultáneamente, sino que se toma el valor de menor eficiencia, es decir, aquel que produzca mayor pérdida de agua. Por tanto, la ecuación queda de la siguiente forma:

$$NRt = NRn / (\min(R_p, FL) \cdot CU)$$

- Relación de percolación (R_p)

Estima la cantidad de agua que se infiltra en el suelo por debajo de la profundidad de las raíces. Depende del tipo de suelo, clima y profundidad de las raíces.

Teniendo en cuenta que el clima de la zona estudiada es árido, que la textura del suelo es media y que las raíces de los cítricos son verdaderamente profundas ya que superan 150 cm de profundidad, la relación de percolación es igual a 1.

- Factor de lavado (FL)

El factor de lavado representa el exceso de agua de riego para arrastrar las sales del suelo a zonas por debajo de las raíces (lavado/lixiviación). Para calcular el factor de lavado se hace uso de la siguiente fórmula:

$$FL = 1 - (RL / EL)$$

En esta ecuación RL es el requerimiento de lavado y EL es la eficiencia de lavado. Para calcular el requerimiento de lavado se usa la siguiente ecuación:

$$RL = CE_a / (2 \cdot CE_{e,max})$$

CE_a corresponde a la conductividad eléctrica del agua de riego y $CE_{e,max}$ a la conductividad eléctrica del suelo para la cual el descenso de producción es del 100%. El valor de CE_a se observa en el análisis obtenido de la muestra del agua de riego de la parcela y es igual a 0,81 dS/m. En cambio, el valor de $CE_{e,max}$ para cítricos es de 9 dS/m. Por tanto:

$$RL = 0,81 / (2 \cdot 9) = 0,045$$

Por lo que hace a la eficiencia de lavado, depende directamente del tipo de suelo. Para el caso concreto del tipo de suelo de la parcela que estamos tratando, al tratarse de un suelo franco-arcilloso, el valor de la eficiencia de lavado es 0,85.

$$EL = 0,85$$

Por tanto, habiéndose obtenido el valor del requerimiento de lavado y de la eficiencia de lavado, se puede calcular el valor del factor de lavado con la ecuación anterior.

$$FL = 1 - (RL / EL) = 1 - (0,045 / 0,85) = 0,947$$

- Coeficiente de uniformidad (CU)

Este factor está asociado al exceso de agua para compensar la no uniformidad del agua regada. Dado que la parcela estudiada tiene una pendiente uniforme de menos de un 2%, un clima árido y dispondrá de unos emisores separados a 1,25 m entre ellos, el valor de CU es de 0,9.

$$CU = 0,9$$

Por tanto, volviendo a las necesidades de riego totales (NRt), se elimina de la ecuación R_p , y por tanto, se usa el parámetro FL, que es igual a 0,947. Finalmente el valor de NRt para todos los meses quedaría representado con la siguiente ecuación en esta tabla:

$$NRt = NRn / (FL \cdot CU)$$

Tabla 21: Necesidades de riego totales

NECESIDADES DE RIEGO TOTALES (NRt)				
Mes	NRn (mm)	FL	CU	NRt (mm)
Enero	-1,09	0,947	0,9	-1,28
Febrero	14,72	0,947	0,9	17,27
Marzo	0,22	0,947	0,9	0,26
Abril	25,83	0,947	0,9	30,3
Mayo	39,74	0,947	0,9	46,63
Junio	53,19	0,947	0,9	62,41
Julio	62,46	0,947	0,9	73,28
Agosto	48,54	0,947	0,9	56,95
Septiembre	15,24	0,947	0,9	17,88
Octubre	-1,45	0,947	0,9	-1,7
Noviembre	-16,36	0,947	0,9	-19,19
Diciembre	7,38	0,947	0,9	8,66

Como cabía esperar, las necesidades totales son superiores a las necesidades netas, ya que se ha tenido en cuenta la eficiencia de riego. Los meses con mayores exigencias son los de junio, julio y agosto. En cambio, los meses que presentan una NRt negativa, es porque no necesitan aporte de riego, y son los meses de enero, octubre y diciembre.

2.6- Emisores

En España, el riego localizado de mayor difusión es el de goteo. Los emisores, que reciben el nombre de goteros, son los elementos de la instalación que tienen por misión aplicar el agua a la planta.

Para que un gotero sea de buena calidad debe de presentar las siguientes características:

- Caudal relativamente bajo y poco sensible a las variaciones de presión.
- Poca sensibilidad a obturaciones.
- Resistencia a la rotura.
- Elevada uniformidad de fabricación.
- Escasa sensibilidad a los cambios de temperatura.
- Reducida pérdida de carga por conexión.

En el riego por goteo, un punto clave es el cálculo del número de emisores por árbol que deben de instalarse. Primero de todo es necesario establecer unos parámetros comerciales para los emisores. Para la parcela tratada en este proyecto, lo más óptimo es que los emisores sean

autocompensantes y de 4 l/h. Estos emisores han sido seleccionados debido a la membrana que tienen en su interior, que funciona bajo presión, permitiendo mantener un caudal constante. La presión de funcionamiento de estos emisores es de 8 a 10 m.c.a. y la variación máxima admisible es de presiones es de 5 a 10 m.c.a.

A partir de estos datos, se puede calcular, el diámetro mojado por emisor (DS) y finalmente el número de emisores por planta.

Para un suelo franco como el de la parcela, teniendo en cuenta que el caudal por emisor (q_e) es de 4 l/h, se calcula el valor del diámetro mojado por emisor:

$$DS = 0,7 + (0,11 \cdot q_e) = 0,7 + (0,11 \cdot 4) = 1,14 \text{ m}$$

Al ser una plantación de cítricos, el porcentaje de suelo mojado (P_{min}) es igual a 0,3, ya que el marco de plantación es amplio. A partir de estos dos valores calculados y recordando que el marco de plantación que se ha usado es, $S_p \times S_f = 5 \times 4 \text{ m}$, se puede calcular el número de emisores por planta.

$$n_e > (S_p \cdot S_f \cdot P_{min}) / (\pi \cdot (DS / 2)^2) = (5 \cdot 4 \cdot 0,3) / (\pi \cdot (1,14 / 2)^2) = 6 / 1,02 = 5,83$$

Por tanto, $n_e = 6$ emisores por planta.

En la parcela que estamos tratando, el diseño del cultivo establecido presenta 8 filas de árboles y 41 árboles por fila, que suma un total de 328 árboles. Al haber 6 emisores por árbol, el total de emisores del cultivo es igual a 1.969.

2.7- Diseño del riego por goteo

Teniendo en cuenta, que lo óptimo es que por cada fila de árboles pasen dos líneas de emisores, el número de emisores por planta se dividirá entre las dos líneas de emisores, quedando tres emisores por planta en cada línea de emisores. Con esto se consigue mejores resultados en la producción y calidad de los fruto.

Por tanto, se sitúan seis emisores por planta, quedando tres emisores en cada línea de emisores. Los emisores están separados entre ellos a una distancia de 1,25 metros y las líneas de emisores están separadas a una distancia de 2,5 metros, quedando a una distancia de 1,25 metros del tronco.

Por las zonas donde pasen las líneas de emisores y no haya árboles, como cabe esperar, no hay emisores, sino que estos se agrupan en pequeños grupos de tres (tres en cada línea, lo cual suma un total de seis emisores por árbol) y a una distancia de 1,25 metros entre ellos, en cada árbol.

Como conclusión, en la parcela se sitúan un total de 16 líneas de emisores, agrupadas de dos en dos, en cada fila de árboles. Cada línea de emisores, tiene un total de 123 emisores, englobando un total de 246 emisores por fila de árboles.

2.8- Dosis y tiempo de riego

Para adaptar la dosis y el tiempo de riego al cultivo de este proyecto, se deben tomar como datos las necesidades de riego diarias para cada mes (NRt en mm/día), el intervalo entre riegos (I), que en el caso de los cítricos y de suelo franco, es igual a 1 día, ya que se recomienda regar a diario, el marco de plantación, que en el diseño de la parcela del proyecto, es igual a 20 metros, el número de emisores por planta (n_e), que es 6 y, por último, el caudal por emisor (q_e), que es igual a 4 litros por planta. Con estos valores se puede calcular ya la dosis (D) y el tiempo (t) de riego. Las fórmulas de las que hay que hacer uso son las siguientes:

- $D = NRt \cdot \text{marco de plantación} \cdot I$
- $T = (D \cdot I) / (n_e \cdot q_e)$

Para el cálculo de la dosis de riego (D), hay que tener en cuenta que se multiplica las necesidades de riego totales en mm, por el marco de plantación y el intervalo de riegos, para saber la dosis en litros por planta y día. Del mismo modo, el tiempo de riego, muestra las horas de riego diarias durante los respectivos meses.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 22: Dosis y tiempo de riego

DOSIS Y TIEMPO DE RIEGO								
Mes	NRt / mes (mm)	NRt / día (mm)	n_e	q_e (l/h)	I (días)	Marco de plantacion (m ²)	D (l / día / planta)	t (h)
Enero	-1,28	-	6	4	1	20	-	-
Febrero	17,27	0,62	6	4	1	20	12,4	0,52
Marzo	0,26	0,008 (despreciable)	6	4	1	20	Despreciable	Despreciable
Abril	30,3	1,01	6	4	1	20	20,2	0,84
Mayo	46,63	1,5	6	4	1	20	30	1,25
Junio	62,41	2,08	6	4	1	20	41,6	1,73
Julio	73,28	2,36	6	4	1	20	47,2	1,96
Agosto	56,95	1,84	6	4	1	20	36,8	1,53
Septiembre	17,88	0,6	6	4	1	20	12	0,5
Octubre	-1,7	-	6	4	1	20	-	-
Noviembre	-19,19	-	6	4	1	20	-	-
Diciembre	8,66	0,28	6	4	1	20	5,6	0,23

Al tratarse de una parcela pequeña, el riego se debe hacer en un único turno ya que todos los árboles del cultivo presentaran las mismas necesidades hídricas.

La dosis y el tiempo de riego diario que se observa en la tabla se deben aportar al cultivo por la noche, ya que la electricidad, para bombear el agua hasta la parcela, y el agua de riego, están a un precio más económico y esto permite al propietario de la parcela reducir sus gastos.

2.9- Dimensionado de tuberías

La parcela presenta una forma rectangular con una largarúa de 166 metros y una anchura de 41 metros. Con estas características, presenta ocho filas de árboles, con dos líneas de emisores (laterales) por fila, que están unidas a una tubería terciaria que está conectada a la red de distribución de agua de la comunidad de regantes cota 220.

Por tanto, la parcela necesita 16 tuberías laterales que presenten un longitud de 170 metros y que tengan tres emisores por planta, y una tubería terciaria de 45 metros que comunique las tuberías laterales con la tubería principal, que corresponde a la red de distribución de agua.

Teniendo en cuenta que el mes más desfavorables es julio, ya que la dosis de riego por planta y día es la mayor de todo el año con 47,2 litros, y por tanto, es el mes en el que el cultivo necesita mayor aporte de agua de riego, el dimensionado de las tuberías se debe hacer atendiendo a estas exigencias, ya que si cumple para este mes, cumplirá para el resto.

Para el cálculo del caudal total de la parcela, que es el mismo que el caudal de la tubería terciaria, se debe utilizar la siguiente formula:

$$Q_{\text{terciaria}} = (D \cdot I \cdot n^{\circ} \text{ plantas}) / t = (47,2 \cdot 1 \cdot 328) / 1,96 = 7.898,77 \text{ l/h}$$

Para el cálculo del caudal de las tuberías laterales, es el mismo cálculo, pero con los datos de esta tubería:

$$Q_{\text{fila, arboles}} = (47,2 \cdot 1 \cdot 41) / 1,96 = 987,35 \text{ l/h}$$

$$Q_{\text{lateral}} = 987,35 / 2 = 493,67 \text{ l/h}$$

Posteriormente, se debe calcular el diámetro de las tuberías.

- Diámetro de las tuberías laterales

Para el cálculo del diámetro teórico de la tubería lateral, hay que tener en cuenta que la variación máxima de presiones en el emisor es de 5 m.c.a. El calcula se realiza con la siguiente ecuación:

$$h = C \cdot (n_e \cdot S + n_e \cdot l_e) \cdot (n_e \cdot q_e)^{1,75} / D^{4,75}$$

Donde los parámetros presentan los siguientes valores:

l_e = longitud equivalente = 0.23 m, al tratarse de emisores interlinea

$C = 0,464$ ($t = 20^{\circ}\text{C}$)

$n_e = 123$

S = separación entre emisores = 1,25 metros

$q_e = 4 \text{ l/h}$

Por tanto, el diámetro teórico obtenido es de 18,35 mm, por lo que se deberá elegir un diámetro comercial mayor, para cumplir con los requisitos. El diámetro comercial elegido es de DN 20mm. Este diámetro será el mismo en todas las tuberías laterales, ya que presentan las mismas características. El material para estas tuberías de riego es el polietileno de baja densidad. Este material es más flexible y menos frágil que el PVC, y es por esto por lo que se usa en las partes de la instalación de riego que están al aire libre.

Ahora se debe comprobar que la velocidad en la tubería no exceda de 3 m/s, ya que esta es la velocidad máxima admisible (normativa), y que la pérdida de carga tampoco exceda los 5 m.c.a (variación máxima de presiones).

- $V = Q / A = 493,67 / (\pi \cdot D^2 / 4) = 1,57 \text{ m/s}$
Este diámetro cumple con el criterio de velocidades.
- $h = C \cdot (n_e \cdot S + n_e \cdot l_e) \cdot (n_e \cdot q_e)^{1,75} / D^{4,75} = 2,87 \text{ m.c.a.}$
Este diámetro cumple con el criterio de presiones.
- Diámetro de la tubería terciaria

Para obtener el valor de la tubería necesaria se debe hacer uso de la siguiente ecuación:

$$h = K_m \cdot C \cdot L \cdot Q^{1,75} / D^{4,75}$$

Donde los parámetros presentan los siguientes valores:

$$h = 5 \text{ m.c.a.}$$

$$K_m = 8 \cdot (L + n_e \cdot l_e) / L = 9,36$$

$$C = 0,464$$

$$L = 41 \text{ metros}$$

$$Q = 7.898,77 \text{ l/h}$$

Con la siguiente ecuación se obtiene un diámetro teórico de 57,9 mm. Por tanto, se deberá elegir un diámetro comercial mayor, para cumplir con los requisitos. El diámetro comercial elegido es de DN 63mm. El material para esta tubería de riego es el PVC, que es un material más rígido y fuerte.

Ahora se debe comprobar que la velocidad en la tubería no exceda de 3 m/s, ya que esta es la velocidad máxima admisible (normativa), y que la pérdida de carga tampoco exceda los 5 m.c.a (variación máxima de presiones).

- $V = Q / A = 7.898,77 / (\pi \cdot D^2 / 4) = 2,53 \text{ m/s}$
Este diámetro cumple con el criterio de velocidades.
- $h = K_m \cdot C \cdot L \cdot Q^{1,75} / D^{4,75} = 3,34 \text{ m.c.a.}$
Este diámetro cumple con el criterio de presiones.

ANEJO 6. Material vegetal

1- Introducción

El cultivo de árboles francos de cítricos no existe en la actualidad. Esto se debe a que tienen que superar un periodo juvenil de 5-7 años, que puede alargarse hasta los 10. Durante este periodo juvenil, son improductivos. Esto no interesa en absoluto a la citricultura moderna, ya que no sería económicamente rentable cultivar este tipo de cultivos.

Como consecuencia, los árboles cítricos, en la actualidad, están formados por dos partes; el patrón y la variedad. Esta última es injertada sobre el patrón, de modo que combinen entre sí las mejores características posibles, de acuerdo con el medio particular en el que se cultiven.

En el caso concreto del cultivo de la parcela de este proyecto, el patrón utilizado es el citrumelo CPB 4475 y la variedad injertada es la clemenules, que pertenece a los mandarinos clementinos. Para la plantación, el cliente debe adquirir los plantones, en los que la variedad ya se encuentra injertada al patrón, de un vivero oficial, en el que se garantice que los patrones estén libres de virus y que mantienen una adecuada sanidad vegetal.

2- Patrón

La selección de patrones representa, en la actualidad, un aspecto de la máxima importancia en citricultura. De la elección del patrón depende, críticamente, el éxito de la plantación, ya que este aporta a la planta el sistema radicular.

Las raíces son responsables de la absorción de agua y nutrientes, acumulan los carbohidratos sintetizados en las hojas, sintetizan algunas hormonas, adaptan las variedades para que puedan soportar las condiciones particulares del suelo, y hasta les confieren tolerancia a algunas enfermedades.

Por tanto, el patrón puede influir, dependiendo del patrón y la variedad que sean, en el vigor y el tamaño del árbol, el desarrollo y la profundidad de raíces, la cosecha, el tamaño, la textura, la calidad intrínseca y época de maduración del fruto, la tolerancia al frío, la adaptación a las condiciones del suelo (como la salinidad, el pH y los excesos de agua), el comportamiento frente a nematodos, frente a hongos, frente a virus...

Es la tolerancia a las virosis transmisibles por injerto, la característica más importante que cualifica a un patrón. De hecho, este ha sido, hasta hoy, uno de los motivos más importantes, sino el principal, de investigación en la obtención de nuevos patrones. De entre ellas, la tolerancia a la tristeza reviste especial notoriedad, por la importancia que esta enfermedad tiene en la citricultura mundial.

2.1- Comportamiento frente a las condiciones del medio

- La textura y la estructura del suelo

Los suelos arcillosos, tendentes al encharcamiento y, por tanto, a dificultades de aireación, restringen el número de patrones que pueden ser utilizados. En estos suelos deben emplearse patrones que hayan mostrado resistencia a la asfixia radical, como el *P. trifoliata*, el citrumelo CPB 4475, el mandarino común y el FA 5. Para estos casos, es recomendable la mejora del drenaje de la plantación y la aportación de materia orgánica que mejore la estructura del suelo.

- Contenido en caliza del suelo

El comportamiento de los patrones frente al contenido en caliza del suelo es muy variable. Los contenidos bajos no limitan el desarrollo en ningún patrón, pero en cambio, los niveles elevados en caliza activa sí que limitan su utilización. La sensibilidad de los patrones a niveles elevados de caliza acarrea síntomas de clorosis férrica.

En general, las variedades injertadas sobre *P. trifoliata* o sobre sus híbridos citranges, presentan síntomas de clorosis férrica en suelos con contenidos superiores a 8,5% de caliza activa o a 25% de carbonato de calcio total. Otros patrones sensibles son el naranjo dulce y el citrumelo CPB 4475. Por el contrario, los mandarinos comunes y “Cleopatra”, toleran suelos con un contenido en caliza activa del 13% o con un 40% de carbonato cálcico total.

- Salinidad

El comportamiento de un cítrico frente a la salinidad, depende entre otros factores, del patrón utilizado. Los cítricos soportan, sin dificultad, suelos cuya conductividad en su extracto de saturación no supera los 1,5 dS m⁻¹, y algunas especies toleran suelos con conductividad de hasta 3 dS m⁻¹. El *P. trifoliata*, los citranges y el naranjo dulce son sensibles a la salinidad, mientras que el mandarino cleopatra y el *C. macrophylla* se muestran resistentes. El mandarino común, el citrumelo CPB 4475 y el *C. volkameriana* y los FA 5 y FA 418 poseen resistencia media.

Si el parámetro de referencia es el contenido en Cl⁻ del suelo, los patrones más sensibles son el citrange “Troyer” y el naranjo dulce, que no soportan concentraciones superiores a 10 meq l⁻¹ (350 ppm), mientras que otros, como el mandarino “Cleopatra”, toleran concentraciones de Cl⁻ de hasta 25 meq l⁻¹ (875 ppm). Los FA 5 y FA 418 ocupan una posición intermedia.

- Heladas

El *P. trifoliata* es el más resistente a las heladas, seguido de los citranges y del mandarino “Cleopatra”. El *C. macrophylla* es, por el contrario, muy sensible a las bajas temperaturas. El resto de los patrones utilizados en la citricultura española se sitúan en una posición intermedia.

- Sequía

Frente a la sequía, el citrumelo CPB 4475 es el patrón más resistente. En cambio, los mandarinos común y “Cleopatra” se consideran de resistencia media. Los demás patrones se han mostrado sensibles.

2.2- Comportamiento frente a enfermedades

- Hongos del genero *Phytophthora*

La mayoría de las especies cultivadas son sensibles a los hongos del género *Phytophthora*, sin embargo, los patrones muestran una mayor tolerancia. El *P. trifoliata* y el naranjo amargo presentan una resistencia notable, mientras que el FA 418 es sensible. El naranjo dulce y el mandarino común son muy sensibles.

En general, los citrangeros muestran mayor resistencia a la *P. parasítica*, y el mandarino "Cleopatra" a la *P. citrophthora*.

- *Armillaria mellea*

Este hongo se ha mostrado activo en los citrangeros, mandarino "Cleopatra" y naranjo dulce, siendo el naranjo amargo resistente a su ataque. El *P. trifoliata* presenta una resistencia media.

- *Tylenchulus semipenetrans*

Es un nemátodo que causa debilitamiento y falta de desarrollo en el árbol infectado. Los nemátodos presentan especial importancia en las replantaciones de cítricos, en las que pueden retrasar de modo sensible el desarrollo de los nuevos árboles.

Los naranjos amargo y dulce, el mandarino "Cleopatra", los citrangeros, el *C. volkameriana* y el FA 418 son sensibles a este nemátodo. En cambio, el *P. trifoliata*, el citrumelo CPB 4475 y el FA 5 se han mostrado resistentes.

2.3- Comportamiento frente a virosis y enfermedades afines

- Tristeza

Al margen del naranjo amargo, solo el *C. macrophylla*, de entre los plantones actualmente utilizados, es sensible al virus de la tristeza de los cítricos.

- Psoriasis

Frente a la psoriasis, todos los patrones son tolerantes, excepto el naranjo dulce.

- Xyloporosis

Frente a la xyloporosis, solamente el mandarino común y el *C. macrophylla* presentan sensibilidad.

- Exocortis

Frente a la exocortis, el *P. trifoliata* y los citrangeros son sensibles. El resto de patrones se muestran tolerantes.

1- Patrón citrumelo CPB 4475

Teniendo en cuenta toda la información citada anteriormente, el patrón elegido para la plantación de cítricos de este proyecto, es el citrumelo CPB 4475.

Esta elección se ha realizado considerando que este portainjerto no presenta problemas frente a enfermedades, virus y otras enfermedades afines, y tampoco presenta problemas frente a salinidad, asfixia radical, heladas y sequía, pero, sin embargo, presenta una gran sensibilidad frente a elevados contenidos de caliza en el suelo. En el caso particular del suelo de la parcela estudiada, tal como indica el análisis del suelo, la cantidad de caliza activa, presentaría un porcentaje bajo (6,9%), aunque dentro de la normalidad, por lo que no habría ningún problema con el uso de este patrón.

Los citrumelos son híbridos intergenéricos obtenidos por W.T Swingle, en 1907, polinizando flores de pomelo (*C. paradisi*) con polen de *P. trifoliata*. Uno de los citrumelos obtenidos que se han obtenido desde entonces en el CPB 4475. Este es un patrón muy vigoroso que induce buenas producciones y de buena calidad comercial. Además, tiene las mejores condiciones para su difusión en la ribera mediterránea española.

El CPB 4475, comúnmente conocido como citrumelo Swingle, es un patrón tolerante a la tristeza, exocortis, psoriasis y xyloporosis. Es resistente a los ataques de *Phytophthora spp.* y de nematodos. Presenta, asimismo, una elevada resistencia al encharcamiento y una moderada resistencia al frío y a la salinidad. Su mayor inconveniente es su marcada sensibilidad a la caliza, pero debido a que la cantidad de caliza activa en el suelo de la parcela, está dentro de los parámetros normales, no hay ningún problema.

Tabla 23: Comportamiento frente a condiciones del medio. Fuente: M. Agustí. "Citricultura"

COMPORTAMIENTO FRENTE A CONDICIONES DEL MEDIO				
Caliza	Salinidad	Asfixia radical	Heladas	Sequía
Muy sensible	Resistencia media	Muy resistente	Resistencia media	Resistente

Tabla 24: Comportamiento frente a enfermedades. Fuente: M. Agustí. "Citricultura"

COMPORTAMIENTO FRENTE A ENFERMEDADES		
Phytophthora	Armillaria mellea	Tylenchulus semipenetrans
Resistente	-	Resistente

Tabla 25: Comportamiento frente a virosis y enfermedades afines. Fuente: M. Agustí. "Citricultura"

COMPORTAMIENTO FRENTE A VIROSIS I ENFERMEDADES AFINES			
Tristeza	Exocortis	Psoriasis	Xyloporosis
Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante

Tabla 26: Influencia sobre la variedad injertada. Fuente: M. Agustí. "Citricultura"

INFLUENCIA SOBRE LA VARIEDAD INJERTADA				
Vigor	Entrada en producción	Productividad	Calidad de la fruta	Maduración
Mucho	Normal	Alta	Buena	Retrasada

2- Mandarino clementino de variedad clemenules

La variedad cítrica elegida ha sido la clemenules debido a que el objetivo de este proyecto era evaluar la rentabilidad de esta variedad, que es la más cultivada en la provincia de Castellón.

La variedad clemenules procede de mutación espontánea de la Clementina “Fina” originada en Nules (Castellón), en 1953. Presenta un árbol grande, vigoroso, de hoja de tamaño irregular, aunque más grande que el de la Clementina “Fina”. Es muy productiva con un cultivo adecuado. Produce frutos con un tamaño mayor que su progenitora y con una maduración ligeramente posterior. Los frutos presentan una corteza algo rugosa pero fácil de pelar, un elevado contenido en zumo, y sin embargo, no presentan semillas. Su calidad intrínseca es inferior a la de la Clementina “Fina”. La pérdida rápida de zumo tras su maduración impide mantenerla en el árbol más allá de mediados de enero, aunque la corteza se mantenga en buenas condiciones. Dicha pérdida provoca la contracción de la pulpa y es la causa de su tendencia al bufado. El secado de brotes jóvenes, que generalmente ocurre también en sus mutaciones, representa un problema para su cultivo ya que las yemas vuelven a brotar, tardíamente, y dan lugar a frutos de baja calidad que desmerecen la cosecha.

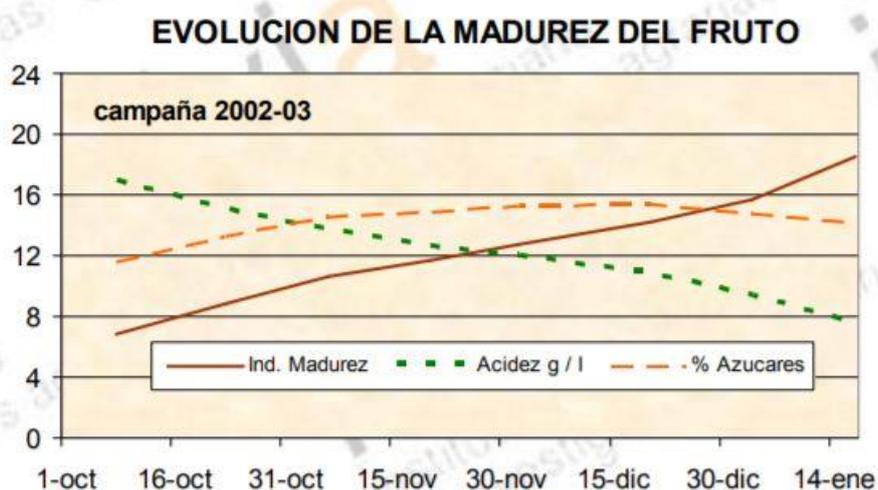


Figura 7: Evolución de la madurez del fruto. Fuente: IVIA

Características fruto	
Peso g	95 - 105
Diámetro mm	57 - 65
Forma	Oblata diámetro / altura = 1,20
Corteza mm	2,0 – 2,5
Color	Naranja intenso índice color = 18
% zumo	47 - 55
Semillas	No, aunque con polinización cruzada puede presentarlas.
Fructificación	Alta, si bien puede ser recomendable realizar tratamiento para el cuajado.
Recolección	1 noviembre - 15 enero

Figura 8: Características del fruto. Fuente: IVIA

ANEJO 7. Plantación

1- Introducción

La plantación del cultivo, en este caso, es realizado por los por los técnicos de la cooperativa católico agraria, ya que para que los plántones broten y crezcan en condiciones óptimas es de vital importancia que la plantación se realice correctamente por personal cualificado.

Es importante, que los plántones sean de calidad, es decir, que provengan de viveros en los que se garantice su sanidad vegetal.

Un factor a tener en cuenta, es el marco de plantación establecido, ya que esto delimitara el número de plántones a plantar. Además, antes de realizar la plantación, es necesario realizar un marcado en el suelo, para plantar los plántones siguiendo las distancias del marco de plantación.

2- Marco de plantación

El marco utilizado en esta parcela es de 5 x 4 metros, lo que quiere decir que las filas de árboles están a una distancia de cinco metros, y dentro de ellas, los arboles están a una distancia de cuatro metros. Además, hay un margen, en el que no se cultiva, de 3 metros en los lados largos de la parcela, y otro de 0,5 metros en los lados cortos de la parcela.

Teniendo en cuenta el marco de cultivo y que la parcela tiene una longitud de 166 metros y una anchura de 41 metros, la plantación queda diseñada de la siguiente forma:

- Un margen de 0,5 metros en los lados cortos de la parcela.
- Un margen de 3 metros en los lados largos de la parcela.
- Ocho filas de árboles separadas a una distancia de cinco metros cada una.
- Cuarenta y un árboles en cada fila de árboles separados a una distancia de cuatro metros cada uno.
- Un total de 328 árboles.

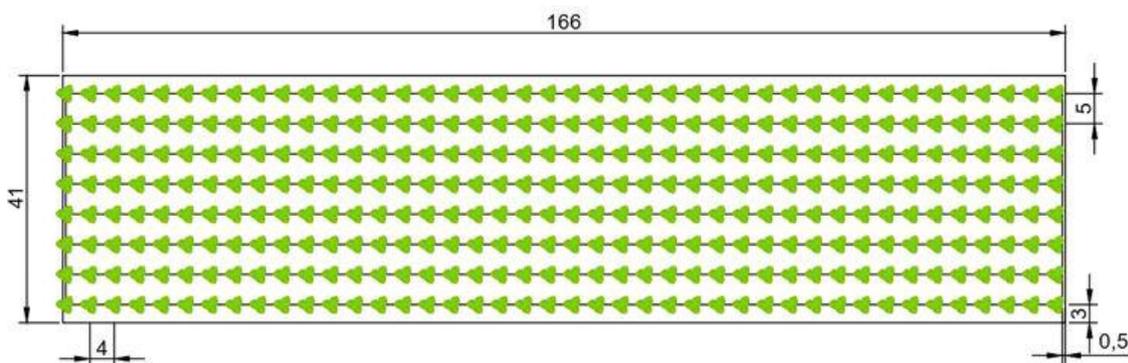


Figura 9: Marco de plantación

3- Plantación

A la hora de realizar la plantación, hay que tener en cuenta que los cítricos que vamos a plantar se encuentran en forma de plántones, es decir, la variedad esta injertada a un patrón. Esto se hace para reducir drásticamente su periodo juvenil (no productivo) y para convertir la variedad injertada resistente a gran variedad de condiciones del medio, enfermedades y virus.

Los plántones deben ser adquiridos de un vivero oficial, que garantice que el plantón esté libre de virus y presente una óptima sanidad vegetal.

Teniendo en cuenta esto y que la parcela tiene una superficie de 7,8 anegadas, es evidente que la plantación de los plántones se debe hacer de forma manual.

Inicialmente se realiza el marcado del suelo, para poder delimitar correctamente el margen de la parcela cultivada y para poder marcar los puntos donde se deben hacer los hoyos, donde finalmente crecerán los árboles. Este marcado del suelo, se debe hacer siguiendo las medidas del marco de plantación (5 x 4) y del margen de la parcela.

A continuación, se deben hacer unos hoyos donde han sido marcados en el suelo. Estos se deben hacer de forma manual a través de una azada, manteniendo una profundidad y una anchura ideal para que la raíz del plantón quede enterrada. Luego de hacer los hoyos, se deben situar los plántones dentro y se deben cubrir de nuevo con el suelo., de modo que queden perfectamente enterrados.

ANEJO 8. Fertilización

1- Introducción

El conocimiento de las necesidades en elementos minerales de las plantas en las condiciones de su cultivo es un requisito necesario para obtener cosechas elevadas y de buena calidad.

De entre los elementos minerales presentes en las plantas, los que son indispensables para su correcto desarrollo y reproducción reciben el nombre de esenciales. Estos, bajo un punto de vista cuantitativo, se dividen en macronutrientes por la elevada cantidad en que son requeridos, y micronutrientes, que son los que la planta precisa en pequeñas cantidades. A excepción del carbono, hidrógeno y oxígeno que la planta obtiene de la atmósfera y el agua de forma ilimitada, el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre son considerados macronutrientes, y el hierro, manganeso, cinc, boro, molibdeno y cobre constituyen los micronutrientes.

El objetivo de la fertilización es compensar las extracciones de elementos minerales del suelo que las plantas llevan a cabo durante su desarrollo, cultivo o ciclo vegetativo y suplir los nutrientes ausentes en el mismo. Consiste, por tanto, en incrementar la fertilidad natural de los suelos para aumentar la producción y la calidad de los productos de las plantas cultivadas en ellos.

El plan de fertilización de la parcela del proyecto se ha dividido en un plan de fertilización básica, que será aportado mediante fertirrigación por la comunidad de regantes COTA 220, y un plan de fertilización adicional para periodos donde los cítricos requieren un mayor aporte de nutrientes.

2- Plan de fertilización básica

El aporte de la fertilización, en la zona donde se sitúa la parcela, queda a cargo de la comunidad de regantes COTA 220. Esta, basándose en análisis foliares de años anteriores y en el análisis del agua de riego y el suelo, determina si la fertilización aplicada a toda la zona, la campaña anterior, esta equilibrada o presenta carencias de algún nutriente. Según los resultados obtenidos, se aplican correcciones, con el fin de obtener una fertilización más adaptada a las exigencias de los cultivos de la campaña próxima.

□ Análisis

- Análisis foliar año 2019 (otoño)

En general, se admite que el contenido foliar en elementos minerales es un buen indicador de su disponibilidad en el medio.

Los resultados de los análisis foliares realizados en noviembre de 2019 sobre hojas de la brotación de primavera sin fruto, son los siguientes:

Tabla 27: Análisis foliar de cítricos en otoño del año 2019. Fuente: Comunidad de regante (COTA 220)

ANÁLISIS FOLIAR CITRICOS OTOÑO 2019			
Elemento	Valor medio	Interpretación	Niveles de referencia
Nitrogeno	2,64	Normal	2,4-2,8
Fosforo	0,13	Normal	0,12-0,15
Potasio	0,98	Normal	0,71-1
Calcio	4,21	Normal	3,0-5,0
Magnesio	0,32	Normal	0,25-0,45
Zinc	28	Normal	26-70
Cobre	7	Normal	5,0-14,0
Hierro	135	Alto	61,0-100,0
Manganeso	56	Normal	26,0-60
Boro	70	Normal	31-100

- Análisis del suelo 2019

El análisis del suelo muestra los siguientes parámetros a tener en cuenta en el programa de abonado:

Tabla 28: Análisis del suelo del año 2019. Fuente: Comunidad de regantes (COTA 220)

ANÁLISIS DEL SUELO 2019	
Ph	8,4
Conductividad	0,53 dS/cm
Materia orgánica	1,76%
Textura	Franco-arcillosa
Aporte aproximado de N de la M.O.	8 UF/Ha

- Análisis agua de riego 2019

El análisis del agua de riego muestra los siguientes parámetros a tener en cuenta en el programa de abonado:

Tabla 29: Análisis del agua de riego del año 2019. Fuente: Comunidad de regantes (COTA 220)

ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO 2019	
Ph	8,12
Conductividad	810 μ S/cm
Nitratos	4,34 mg/L
Magnesio	24,4 mg/L
Calcio	114 mg/L

□ Factores de corrección

- Factores de corrección análisis foliar

Los factores de corrección recomendados en riego a goteo según el análisis foliar son los siguientes:

Tabla 30: Factores de corrección del análisis foliar. Fuente: Comunidad de regantes (COTA 220)

FACTORES DE CORRECCION ANALISIS FOLIAR					
Nivel foliar	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Factor N	1,5	1,1-1,4	0,9-1	0,6-0,8	0,5
Factor P ₂ O ₅	2	1,1-1,9	0,6-1	0-0,5	0
Factor K ₂ O	2	1,1-1,9	0,7-1	0-0,6	0
Factor MgO	2	0,6-1,9	0-0,5	0	0
Factor Fe	2	1,1-1,9	0-1	0	0

De acuerdo a los resultados del análisis foliar, se aplican los siguientes factores de corrección sobre el programa de abonado de la campaña anterior:

Tabla 31: Factores de corrección. Fuente: Comunidad de regantes (COTA 220)

Factor N	0,98
Factor P ₂ O ₅	0,63
Factor K ₂ O	0,88
Factor MgO	0
Factor CaO	0,47
Factor Fe	1

Al ser el factor de corrección del hierro igual a 1, se aportara la misma cantidad que en la campaña de abonado anterior.

❑ Cantidades máximas de fertilizantes

Las cantidades de fertilizantes máximas recomendadas para el cultivo de cítricos en la comunidad valenciana son las siguientes:

Tabla 32: Cantidades de fertilizantes máximas recomendadas. Fuente: Comunidad de regantes (COTA 220)

CANTIDADES DE FERTILIZANTE MÁXIMAS RECOMENDADAS			
Nitrogeno	Fosforo	Potasio	Nitrogeno
16,7 UF/hg	6,7 UF/hg	13,3 UF/hg	16,7 UF/hg

❑ Plan de abonado

Aplicando los factores de corrección y teniendo en cuenta los aportes de agua y materia orgánica del suelo, resulta la siguiente tabla de necesidades:

Tabla 33: Necesidades. Fuente: Comunidad de regantes (COTA 220)

TABLA DE NECESIDADES					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
UF/Ha Base	200	80	160	180	85
UF/Ha agua de riego	0	0	10	101	243
UF/Ha materia organica	8	0	0	0	0
UF/Ha a aportar	192	80	150	79	-158
Factor corrección foliar	0,98	0,63	0,88	0	0,47
UF/Ha Plan	188,4	50,4	132	0	0
UF/Hg Plan	15,7	4,2	11	0	0

Como la parcela del proyecto tiene una superficie de 7,8 anegadas, las necesidades quedarían de la siguiente forma:

Tabla 34: Necesidades del plan de fertilización básica. Fuente: Comunidad de regantes (COTA 220)

TABLA DE NECESIDADES					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
UF Plan	122,46	32,76	85,8	0	25,74

□ Fertilizantes utilizados

Los fertilizantes utilizados en este plan de fertilización son los siguientes:

- Solución N20 (20-0-0-0)
- Complejo 10-3-5-2 (CaO)
- Complejo 6-2-8-2 (CaO)
- Quelato de hierro (4% 0-0)

Todos estos fertilizantes son líquidos, a excepción del quelato de hierro.

□ Aplicación

El aporte de estos fertilizantes se hará mediante el riego (fertirrigación). La aplicación se realizara todos los días de riego, de lunes a viernes.

3- Plan de fertilización adicional

Generalmente, los cítricos requieren un aporte extra de fertilizantes en las épocas de primavera y verano. Esto se debe a que la mayor demanda de nutrientes por parte de los cítricos se produce en la floración y formación del fruto, que coincide con las épocas citadas anteriormente. Por tanto, durante los meses que corresponden a estas épocas, se aportara una fertilización

adicional para que el cultivo no sufra ninguna escasez de nutrientes que pueda menguar la producción, el rendimiento y la calidad del cultivo. Esta aportación de fertilizantes quedará a cargo de la cooperativa católico agraria.

El plan consistirá en el aporte de fertilizantes específicos durante los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre. Los nutrientes aportados serán los más importantes para el cultivo, que son el nitrógeno, el fosforo y el potasio.

El siguiente plan se debe aportar mediante el riego por goteo (fertirrigación), todos los días.

Tabla 35: Plan de fertilización adicional. Fuente: Orcelis (programa informático)

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Nitrato amónico	0,55 kg/día	0,55 kg/día	0,25 kg/día	0,25 kg/día	0,55 kg/día	1,12 kg/día
Ácido fosfórico	0,19 L/día	0,19 L/día	0,16 L/día	0,16 L/día	0,19 L/día	0,24 L/día
Nitrato potásico	0,81 kg/día	0,81 kg/día	0,65 kg/día	0,65 kg/día	0,81 kg/día	1,3 kg/día

Estas aportaciones de nutrientes estas ajustadas al cultivo de la parcela. Para ello, se ha hecho uso del programa informático *orcelis*, el cual nos permite obtener los tipos y cantidades de abono recomendables para los datos de parcela que el usuario introduzca en el programa.

ANEJO 9. Plagas y enfermedades

1- Introducción

En el cultivo de los cítricos, las plagas y enfermedades presentan un aspecto del máximo interés. Son muchas las personas que viven a expensas de estas plantas, y su presencia afecta tanto a la producción como a la calidad de los frutos.

Por consiguiente, la rentabilidad de las explotaciones cítricas puede verse seriamente reducida por su presencia. Por tanto, el control de plagas y enfermedades es ineludible.

2- Control de plagas

Las principales plagas que afectan a los cultivos de cítricos de la provincia de Castellón son la araña roja, el pulgón, el piojo rojo de california, la mosca blanca algodonosa, el minador de los cítricos y el cotonet de les valls. Todas estas plagas son potencialmente perjudiciales para el cultivo, si los límites de daño superan el umbral de tratamiento.

Para saber si estas plagas superan los límites de población establecidos, se deben realizar muestreos. Estos nos indicaran como de controladas están las plagas en la zona.

Si los muestreos, alertan de un exceso de población de plagas, se deben considerar todos los campos de acción, ya sean biológicos o químicos, para que estas plagas no afecten perjudicialmente a los cítricos.

El plan de control de plagas que se debe seguir en la parcela de este proyecto es el siguiente:

- La araña roja (*Tetranychus urticae*)

La araña roja, *Tetranychus urticae*, ha causado problemas ocasionales en los cítricos de prácticamente todas las zonas del clima mediterráneo, pero en las últimas décadas su incidencia ha ido aumentando hasta convertirse en una de las principales plagas en las comarcas de la Plana de Castellón.

El macho adulto de la araña roja es de color amarillento, con manchas oscuras en su idiosoma, y ojos rojos. Posee el cuerpo aperado y unas patas largas. La hembra adulta, tiene un color rojo vivo y carece de tubérculos en la base de las quetas dorsales.

Cuando se alimentan de las hojas causan decoloración y desecación que en la mayor parte de los casos se manifiesta con manchas amarillentas y/o abombamiento en el haz. Pueden producir intensas y bruscas defoliaciones, especialmente en verano, que es cuando tienen mayor acción. También se alimenta de los frutos, que adquieren manchas herrumbrosas difusas por toda superficie del fruto maduro. Si los ataques son fuertes, el fruto aparece de color gris sucio.

En esta plaga el muestreo se debe realizar entre julio y septiembre con frecuencias semanales o como mucho quincenales, dependiendo de la incidencia de la plaga.

El muestreo se realizara depositando dos aros de 56 cm de diámetro sobre la copa de los árboles y contando el número de aros ocupados, que son aquellos que contienen dos o más hojas sintomáticas (manchas amarillas). Al mismo tiempo se muestrean cuatro hojas sintomáticas y se determina el número de hojas ocupadas por la araña roja. Se recomienda muestrear 20 árboles por hectárea.

Se recomienda realizar tratamientos solo cuando el porcentaje de aros ocupados supere el 54% y el porcentaje de hojas sintomáticas ocupadas por *T. urticae* supere el 22%.

En cuanto al control biológico, no se conocen naturales eficaces contra la araña roja en cítricos. Por tanto, en caso de que esta plaga provoque que los niveles de daños superen el umbral de tratamiento se deberá hacer un control químico. En el caso particular de esta parcela, el tratamiento consistirá en la alternancia de tres materias activas (es importante alternarlas), que deben de aplicarse mediante turbo atomizador sobre las partes más elevadas del árbol, consiguiendo que estas queden bien mojadas. Las tres materias activas a alternar son espiroclorfen (14 días), clofentecin (21 días) y piridaben (15 días).

- Pulgón *Aphis spiraecola*

Este pulgón ocasiona daños de consideración en naranjos y mandarinos, aunque los mandarinos son los más sensibles. Los daños que provoca son debidos a la succión de savia y a la gran cantidad de meleza secretada, a partir de la cual se desarrolla la “negrilla”. También capaz de transmitir el virus de la tristeza, aunque su eficacia como vector de la tristeza no es muy alta. Produce graves daños en los cítricos, deformando y enrollando las hojas del ápice hacia el peciolo y del haz hacia el envés. Los brotes atacados interrumpen su crecimiento.

El muestreo debe realizarse semanalmente o quincenalmente durante la brotación de primavera. Este se realizara colocando dos aros de 0,25 m² (56 cm de diámetro) sobre la superficie de la copa del árbol y determinando el porcentaje de brotes atacados por pulgones. Se recomienda realizar tratamientos cuando el 25% de brotes están atacados.

En cuanto al control biológico, no hay enemigos naturales capaces de controlar la población de pulgones en cultivos de clementinos, ya que la población en determinadas épocas del año se eleva de una manera explosiva imposible de hacer frente, debido a la rapidez de su aumento.

Por tanto, se debe hacer un control químico cuando los niveles de daño superen el umbral de tratamiento. Este se llevara a cabo aplicando flonicamida (60 días) mediante un turbo atomizado sobre la parte externa del árbol, dejando está, y solo esta, bien mojada.

- Piojo rojo de california (*Aonidiella aurantii*)

El piojo rojo de california se localiza en ramas, hojas y frutos y la succión de la savia que realizan puede producir debilitamiento del árbol. A parte, estos obtienen forma de escudos que ocasiona pérdidas importantes en los frutos por destrío, aunque no alteren las cualidades organolépticas del mismo.

Se deben de realizar dos muestreos para saber si superan los límites de población debido a que presentan varias generaciones por año. El primero se realizara durante la recolección, observando 200 frutos al azar y determinando el porcentaje de frutos atacados. El segundo, se realizara a mediados de agosto, efectuando muestreos periódicos para determinar el máximo de formas sensibles (ninfas jóvenes). Para ello se deberá determinar ello se deberá determinar el porcentaje de infestación en frutos (200 frutos al azar en 50 árboles, 4 frutos/árbol). Si se observa 2% o más de fruta afectada en la campaña anterior se recomienda tratar en primera generación (entre mayo y junio) al máximo de formas sensibles. En cosecha pendiente, si se

observa 2% o más de fruta afectada en segunda generación, se tratara con aceite al máximo de formas sensibles.

En cuanto al control biológico, la suelta masiva del parasitoide *A. melinus* es un método tremendamente eficaz, pero en España aún no está establecida. Se está poniendo a punto la cría y suelta masiva de este parasitoide.

Por tanto, se deberá realizar un control químico. Solo si se supera los niveles de daño superan el umbral de tratamiento, se tratara esta plaga en la primera generación (entre mayo y junio). En la segunda generación, se tratará a finales de agosto o mediados de septiembre. La materia activa utilizada será acetamiprid (14 días) y se aplicará mediante un turbo atomizador.

- Mosca blanca algodonosa (*Aleurothrixus floccosus*)

El principal síntoma de su presencia es la detección de la melaza y secreción cerosa de los estadios ninfales avanzados, que pueden llegar a cubrir totalmente el envés de la hoja, generando problemas al agricultor en el trabajo rutinario y en la recolección, así como propiciando el desarrollo de negrilla. Efectos directos del desarrollo de sus poblaciones son la debilitación de la brotación sobre la que está ubicada y la posible defoliación. Además, la abundante secreción cerosa puede propiciar el desarrollo de otras plagas, como cochinillas y ácaros, que quedan protegidas por ellas frente a tratamientos fitosanitarios y a la acción de enemigos naturales.

Se debe realizar un muestreo en la brotación de verano (julio) y otoño (septiembre-octubre). La mosca blanca algodonosa tiene preferencia por los brotes jóvenes, por lo que se deberá observar la presencia de individuos en estos brotes. También se deberá determinar la presencia de parasitismo, especialmente por el parasitoide *Cales noacki*. Se recomienda muestrear cuatro brotes nuevos por árbol. Es recomendable ejercer algún tipo de acción contra la plaga si el nivel de infestación de la misma supera el 20% de brotes atacados y la tasa de parasitismo es inferior al 60%.

En cuanto al control biológico, el parasitoide *Cales noacki* ejerce un control total de la plaga. Por tanto, si el límite de población de la plaga es superado, se procederá a la suelta de este endoparasitoide.

- Minador de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*)

Esta plaga produce los daños principalmente en hojas tiernas, y en menor grado, en tallos y frutos. La cutícula de las hojas atacadas se rompe, provocando la pérdida de agua en las células. Como consecuencia, la hoja se enrolla, se seca y se rompe. Las plantas atacadas disminuyen su capacidad fotosintética y la masa vegetal nueva. Los daños son importantes en plantas en formación, viveros, plantaciones jóvenes o reinjertadas. Sin embargo, en plantas adultas no afecta a la producción, pues la brotación de primavera que contiene las flores no suele verse afectada.

El muestreo se debe realizar en plantones e injertos. Se observarán los brotes receptivos atacados (100 brotes en 50 árboles, 2 brotes/árbol) en las brotaciones de verano y otoño. En plantones e injertos, se tratara cuando se observe la presencia del minador a partir de la segunda brotación. Es importante no realizar aplicaciones químicas en árboles en plena producción.

Debido a que el control biológico no resulta efectivo, se procederá al control químico. En plantas adultas no se realizarán tratamientos. En plántulas e injertos, se intervendrá mientras haya brotaciones vegetativas susceptibles de ser atacadas y se confirme la presencia del minador. La decisión de llevar a cabo una aplicación química se adoptará cuando la brotación sea importante (3-6 cm de longitud), en zonas con especial incidencia de esta plaga. La aplicación se realizará sobre la brotación de verano mediante la aplicación de abamectina (21 días) mediante un turbo atomizador.

- Cotonet de les valls (*Delottococcus aberiae*)

Los daños ocasionados por *D. aberiae* pueden ser tanto directos como indirectos. Los daños directos son los producidos por la succión de la savia que conlleva el consiguiente debilitamiento del árbol. Además, a diferencia de otros pseudococcidos, provocan la deformación de los frutos y/o reducción de su tamaño. En clementinos se observa una disminución del tamaño del fruto. Por otro lado, los daños indirectos son originados por la excreta de melaza que sirve como sustrato al hongo negrilla. Por tanto, tanto los daños directos como los indirectos producen una depreciación comercial del fruto y su presencia en ellos puede ocasionar serios problemas cuarentenarios a la exportación de los cítricos valencianos al tratarse de una plaga nueva de cítricos, restringida hasta la fecha a África.

Se deberá realizar muestreos de campo entre los meses de abril y junio en más de cincuenta árboles. Se deberá actuar frente a esta plaga a la caída de pétalos, solo si más del 12% de los frutos están infestados con cotonet.

Para controlar esta plaga, se realizará un control químico, aplicando acetamiprid (14 días) a través de un turbo atomizador.

3- Control de enfermedades

En un sentido amplio, decimos que una planta se encuentra enferma cuando sufre una desviación en su condición normal y de sanidad objetiva, lo que compromete su desarrollo y su utilidad.

Las enfermedades más importantes que afectan a los cítricos, entre las cuales está el mandarino clementino de variedad clemenules, pertenecen a enfermedades fúngicas. Estas son la mancha marrón de las mandarinas, la podredumbre del cuello y gomosis, y el aguado o podredumbre marrón.

- Mancha marrón de las mandarinas (*Alternaria*)

La mancha marrón de las mandarinas está causada por un patotipo del hongo *Alternaria alternata*, que tiene la particularidad de producir una toxina que afecta de forma específica a un grupo de variedades de mandarina.

El patógeno se reproduce mediante esporas sexuales que forma sobre las lesiones en frutos, hojas, brotes y la hojarasca. El hongo puede colonizar también restos de malas hierbas y otros sustratos orgánicos en descomposición. Las hojas son susceptibles a la infección únicamente

durante sus primeras fases de crecimiento, pero los frutos pueden infectarse en cualquier momento durante todo su ciclo en desarrollo. La intensidad de las infecciones es mayor a medida que aumentan la temperatura y la humedad. Debido al efecto de la toxina, el periodo que transcurre entre la infección y la aparición de síntomas es tan solo de 1-2 días.

Las lesiones foliares de la mancha marrón se caracterizan por la aparición de necrosis que se expande siguiendo las nervaduras de las hojas. Las hojas infectadas sufren una abscisión prematura y es frecuente ver defoliaciones muy intensas en las parcelas afectadas. En los frutos aparecen excrescencias suberosas y necrosis de tamaño y forma variable. Estas lesiones afectan únicamente a la corteza y no penetran en los lóculos. Las infecciones en los frutos jóvenes provocan su abscisión prematura, afectando negativamente al rendimiento productivo de las parcelas. En los frutos adultos, las lesiones reducen notablemente su calidad comercial.

En las parcelas afectadas, la presencia de inóculo del patógeno es continua durante todo el año. Las infecciones vienen determinadas principalmente por la presencia de tejido vegetal susceptible (hojas jóvenes y frutos) y condiciones ambientales favorables para la enfermedad (temperatura y humedad). Actualmente es posible predecir el inicio y la duración de los periodos de infección mediante el seguimiento de las condiciones de temperatura, lluvia y humedad en la parcela. Por tanto, los periodos cítricos de infección en España se dan durante los meses de primavera y final de verano-otoño, debido principalmente a la presencia de lluvias junto con temperaturas suaves.

El control de la enfermedad es estrictamente preventivo, por lo que no existe un umbral de actuación. Una vez establecida, la erradicación de la enfermedad en la parcela es prácticamente imposible. Las parcelas de variedades sensibles deben someterse a un programa de control desde los primeros años de plantación.

Por tanto, se realizarán aplicaciones preventivas de mancozeb con antelación al inicio de los periodos de infección para proteger las hojas jóvenes y los frutos. Mientras persista el periodo de infección, estos tratamientos deben repetirse cada 15-21 días o después de lluvias intensas que puedan lavar el producto.

- Podredumbre de cuello y gomosis

Las enfermedades de la podredumbre del cuello y la gomosis de los cítricos están causada por varias especies *Phytophthora*. En la provincia de Castellón, las más importantes son *P. citrophthora* y *P. parasítica*. Estos oomicetos se desarrollan principalmente en el suelo y las condiciones de encharcamiento del suelo, por lluvias o riegos excesivos, favorecen su desarrollo. La mayor actividad parasitaria del patógeno se da con temperaturas entre 18 u 24 grados.

Los propágulos del patógeno presentes en el suelo pueden infectar directamente a las raíces y la base del patrón. Las infecciones en el tronco y las ramas principales de la variedad vienen determinadas principalmente por salpicaduras de lluvia que diseminan los propágulos de *Phytophthora* desde el suelo. Los síntomas de estas enfermedades son visibles transcurridos varios meses desde la infección.

Los árboles afectados suelen presentar falta de vigor y decaimiento generalizado. En la mayoría de los casos, las hojas presentan una clorosis muy marcada en el nervio central. Los primeros síntomas en tronco y ramas principales no son visibles externamente, ya que consisten en el oscurecimiento de los tejidos internos del floema y el cambium. A medida que avanzan las

infecciones, las lesiones comienzan a emitir exudaciones gomosas, más o menos intensas dependiendo del estado del árbol y las condiciones ambientales. En sus fases finales de desarrollo, las lesiones desarrollan un callo cicatricial que rodea el perímetro de la zona afectada. Los daños de estas enfermedades son variables, ya que las lesiones pueden afectar a una rama concreta o rodear por completo el tronco provocando la muerte del árbol.

La presencia de inóculo de *Phytophthora* en el suelo de las parcelas de cítricos es permanente. Las infecciones tienen determinadas principalmente por la presencia de lluvias intensas o riegos excesivos que provocan el encharcamiento del suelo.

En la provincia de Castellón, los periodos críticos para las infecciones de *Phytophthora* en tronco y ramas principales son los meses de primavera y otoño, cuando coinciden lluvias intensas con temperaturas suaves.

El control de la enfermedad es estrictamente preventivo por lo que no existe un umbral de actuación. La erradicación de las infecciones ya establecidas en los árboles es difícil y costosa.

Por tanto, se llevara a cabo un control químico preventivo, mediante la aplicación del fungicida sistémico fosetil-Al directamente sobre el tronco y las ramas principales con antelación al inicio de las infecciones.

- Aguado o podredumbre marrón

La enfermedad del aguado o podredumbre marrón de los frutos cítricos está causada por varias especies *Phytophthora*. Como se ha explicado anteriormente, estos oomicetos se desarrollan principalmente en el suelo y las condiciones de encharcamiento del suelo, por lluvias o riegos excesivos, favorecen su desarrollo. La mayor actividad parasitaria del patógeno se da con temperaturas entre 18 u 24 grados. Los síntomas de la enfermedad pueden aparecer directamente en el campo transcurridos 3-7 días desde la infección, o desarrollarse posteriormente durante la conservación en el almacén. En fases avanzadas de la enfermedad, el patógeno puede formar micelio y esporas en la superficie de los frutos infectados.

Los síntomas del aguado se caracterizan por la aparición de pudriciones blandas de color marrón, que van avanzando progresivamente hasta afectar por completo todo el fruto. Mucha de la fruta con síntomas de aguado en campo, suele caer al suelo. Cuando los frutos se recolectan con infecciones todavía recientes, las pudriciones suelen desarrollarse posteriormente en el almacén. Por lo general, los daños de la enfermedad afectan a los frutos situados en la mitad inferior de la copa del árbol, donde llegan más fácilmente las salpicaduras de lluvia con los propágulos infectivos de *Phytophthora*.

Como se ha explicado anteriormente, la presencia de inóculo de *Phytophthora* en el suelo de las parcelas de cítricos es permanente. Las infecciones vienen determinadas principalmente por la presencia de lluvias intensas o riegos excesivos que provocan el encharcamiento del suelo.

En la provincia de Castellón, el periodo crítico para las infecciones de *Phytophthora* en frutos se durante el mes de otoño, cuando coincide la fruta en el árbol con lluvias intensas y temperaturas suaves.

El control de la enfermedad es principalmente preventivo, por lo que no existe un umbral de actuación. No obstante, es posible actuar de forma curativa con fungicidas sistémicos, siempre y cuando las infecciones sean recientes y todavía no se observen síntomas de la enfermedad.

Por tanto, se deberá realizar un control químico preventivo mediante la aplicación del fungicida sistémico dimetomorf. En caso de necesitar acción curativa, este fungicida también serviría.

ANEXO 10. Labores de mantenimiento

1- Introducción

Las labores de mantenimiento de la parcela se centran en la eliminación de malas hierbas y en la poda de los árboles. Estas dos labores son realmente importantes, ya sea desde un punto de vista de eliminación de competencia por nutrientes (malas hierbas) o desde la eliminación o acortamiento de ramas de un árbol para facilitar la formación, iluminación y aireación de su copa, obteniendo mejor producción y calidad de frutos.

2- Malas hierbas

En España, son muchas las plantas espontáneas, consideradas malas hierbas en el cultivo de los cítricos. Unas se desarrollan en invierno-primavera y otras en verano, aunque las que realmente poseen importancia agronómica son las de verano.

Su efecto más importante es a través de la competencia por nutrientes que ejercen con las plantas cultivadas, pero también se ha demostrado un efecto negativo como huéspedes intermedios de algunas plagas y enfermedades.

Las principales malas hierbas de los campos de cítricos en España son las siguientes:

- Malas hierbas de invierno
 - *Diplotaxis eruroides*
 - *Poa annua* L
 - *Sonchus oleraceus* L
 - *Allium ampeloprasum* L
 - *Hordeum murinum* L. subsp. *Leporinum*
 - *Oxalis pes-caprae* L
- Malas hierbas de verano
 - *Cynodon dactylon*
 - *Cyperus rotundus* L
 - *Amaranthus* sp
 - *Setaria* sp
 - *Sorghum halepense*
 - *Portulaca oleracea* L
 - *Convolvulus arvensis* L

El control de malas hierbas en la parcela del proyecto, se llevará a cabo de forma química, con herbicidas, por dos operarios de la cooperativa católica agraria. La aplicación de herbicidas se ve justificada por la disminución de la producción que provoca la competencia por nutrientes y agua, por aumentar la evapotranspiración de la parcela y por el papel de las malas hierbas como huéspedes de plagas y enfermedades para el cultivo.

La sensibilidad de los cítricos a los herbicidas varía con la edad. Hasta los cuatro años, presentan una especial sensibilidad, por lo que se empleará Reglone (374 g/L Dibromuro de diquat), realizando dos tratamientos al año, uno en primavera y el otro en verano. A partir del quinto año, la sensibilidad a los herbicidas disminuye, por lo que se empleará Terafit (25% p/p Flazasulfuron) continuando con las dos veces al año.

- Poda

La eliminación y/o acortamiento de parte de las ramas de un árbol para facilitar la formación, la iluminación y la aireación de la copa, con el fin de mejorar la producción y la calidad de los frutos, recibe el nombre de poda.

Sobre el modo de llevar a cabo esta práctica, influyen diferentes factores, como la variedad, el patrón, el suelo y el clima. Además, para obtener de ella los efectos deseados debe determinarse la forma de ejecutarla, su intensidad y su frecuencia.

Los objetivos prioritarios que se pretenden en citricultura con la poda de ramas son la formación del árbol, la regulación de la cosecha y la mejora de su calidad.

La obtención de una forma, tamaño y volumen adecuados del árbol favorece la producción de cosechas abundantes, equilibradas en su reparto en el árbol y regulares con los años, al mismo tiempo que facilita su protección y recolección, reduciendo costes y mejorando su rentabilidad.

La poda se realizara de forma manual por dos operarios de la Cooperativa Católico Agraria. Esta se realizara una vez al año, en primavera.

Los restos de poda se dejaran en las calles para ser triturados, con una trituradora de la cooperativa, y quedar como una cubierta vegetal que, con el tiempo, se incorpore al suelo como materia orgánica.

ANEJO 11. Estudio de viabilidad económica

1- Introducción

Este anexo es una parte importante de este proyecto, ya que refleja la rentabilidad de un cultivo de clemenules, partiendo desde cero. Este estudio se ha realizado para un periodo largo de 12 años, para que se pueda observar de forma clara si el proyecto es viable o no.

En este estudio se tienen en cuenta tres factores:

- La inversión inicial
- Los gastos de mantenimiento
- Ingresos de producción

Teniendo como base estos tres factores, se amplía la información de viabilidad económica calculando el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el periodo de retorno (PR).

2- Inversión inicial

En este apartado se desglosan todos los gastos iniciales que se llevan a cabo en la finca, que van desde la preparación del terreno de cultivo, hasta la plantación de los plantones. A continuación se puede observar claramente los gastos iniciales:

- Gastos de preparación del terreno: 1.720 euros
- Gastos de plantación: 2.568 euros
- Gastos instalación de riego: 1.226,7 euros
- Gastos socio cooperativo católico agraria: 4.680

Por tanto, el total de gastos iniciales, asciende a 10.314,7 euros.

3- Gastos de mantenimiento

Dentro de estos gastos se incluyen aquellos que permiten que el cultivo pueda mantener produciendo en condiciones normales. A continuación se muestran los gastos de mantenimiento:

- Gastos de eliminación de malas hierbas: 490 euros
- Gastos de poda: 680 euros
- Gastos de agua de riego + fertilizantes: 655,2 euros
- Gastos de fitosanitarios: 525 euros
- Gastos de fertilizantes: 540 euros

Por tanto, el total de gastos de mantenimiento anuales, asciende a 2.890,2 euros.

4- Ingresos

Los ingresos se centran en los kilos de fruto recogidos, así como el precio del kilo de frutos de esa temporada. En la actualidad, el kilo de clemenules tiene un precio de 0,25 euros.

Tabla 36: Ingresos. Fuente: Cooperativa católico agrária

INGRESOS	
Año	Ingresos (€)
1	0
2	0
3	0
4	2500
5	3000
6	3750
7	5500
8	6250
9	7250
10	7500
11	7500
12	7500

5- Estudio de viabilidad económica

Este punto se centra en el cálculo de tres parámetros que reflejan de forma clara la viabilidad del proyecto. Estos parámetros son el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el periodo de retorno del proyecto (PR).

Para el cálculo de estos parámetros, es necesario realizar, previamente, una serie de cálculos:

- Gastos: Son los gastos descritos anteriormente, pero teniendo en cuenta la subida del IPC.
- Ingresos: Son los ingresos descritos anteriormente, pero teniendo en cuenta la subida del IPC.
- Amortización: Se calcula dividiendo la inversión inicial (material) entre el número de años (12).
- Beneficio bruto: Se calcula restando los gastos y la amortización, a los ingresos.
- Beneficio neto: Se calcula multiplicando los beneficios brutos por 0,75.
- Flujo de caja: Se calcula sumando los beneficios netos y la amortización.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 37: Cálculos para el estudio de la viabilidad económica

Años	Gastos	Ingresos	Amortización	Beneficio Bruto (Bb)	Beneficio Neto (Bn)	Flujo de Caja (FC)	FC/(1+ir) ⁿ
1	2890,2	0	222,89	-3113,09	-2334,8175	-2111,9275	-2085,85432
2	2948,004	0	222,89	-3170,894	-2378,1705	-2155,2805	-4257,3442
3	3006,96408	0	222,89	-3229,85408	-2422,39056	-2199,50056	-2119,03915
4	3067,10336	2653,02	222,89	-636,9733616	-477,7300212	-254,8400212	-242,486466
5	3128,44543	3312,24241	222,89	-39,09301923	-29,31976442	193,5702356	181,912867
6	3191,01434	4140,30301	222,89	726,3986746	544,7990059	767,6890059	712,549648
7	3254,83462	6193,89331	222,89	2716,168682	2037,126511	2260,016511	2071,79313
8	3319,93132	7179,28542	222,89	3636,464106	2727,34808	2950,23808	2671,14097
9	3386,32994	8494,53051	222,89	4885,310569	3663,982927	3886,872927	3475,72218
10	3454,05654	8963,19426	222,89	5286,247723	3964,685792	4187,575792	3698,38707
11	3523,13767	9142,45815	222,89	5396,430477	4047,322858	4270,212858	3724,81042
12	3593,60043	9325,30731	222,89	5508,816887	4131,612665	4354,502665	3751,4415
						16149,12949	11583,0336

Una vez obtenidos estos valores, ya se puede calcular el valor del VAN, el TIR, y el PR.

- Valor actual neto (VAN)

Este parámetro informa de si la inversión que se realiza en el proyecto producirá excedentes o benéficos. Para calcularlo, se hace uso de la siguiente formula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^N \frac{FC_n}{(1+i_r)^n}$$

Figura 10: Fórmula del valor actual neto

En esta ecuación i_r es el interés obtenido de dividir el interés nominal entre el IPC.

El valor obtenido ha sido 1.268,33 euros. Esto indica que el proyecto producirá beneficios, aunque estos sean escasos.

- La tasa interna de rentabilidad (TIR)

Es la tasa de actuación que hace que el VAN sea cero. Se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$i \left| -I_0 + \sum_{n=0}^N \frac{FC_n}{(1+i)^n} = 0 \right.$$

Figura 11: Fórmula de la tasa interna de rentabilidad

El resultado obtenido es 2%. Esto indica que el proyecto produce rentabilidad, pero muy baja.

- Periodo de retorno (PR)

Este parámetro informa del tiempo que se tardará en recuperar la inversión inicial. Se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$PR = \frac{\text{Inversión total}}{\text{FC promedio anual}}$$

Figura 12: Fórmula del periodo de retorno

El resultado obtenido es 7,7. Esto nos indica que se tardaran 7,7 años en recuperar la inversión.

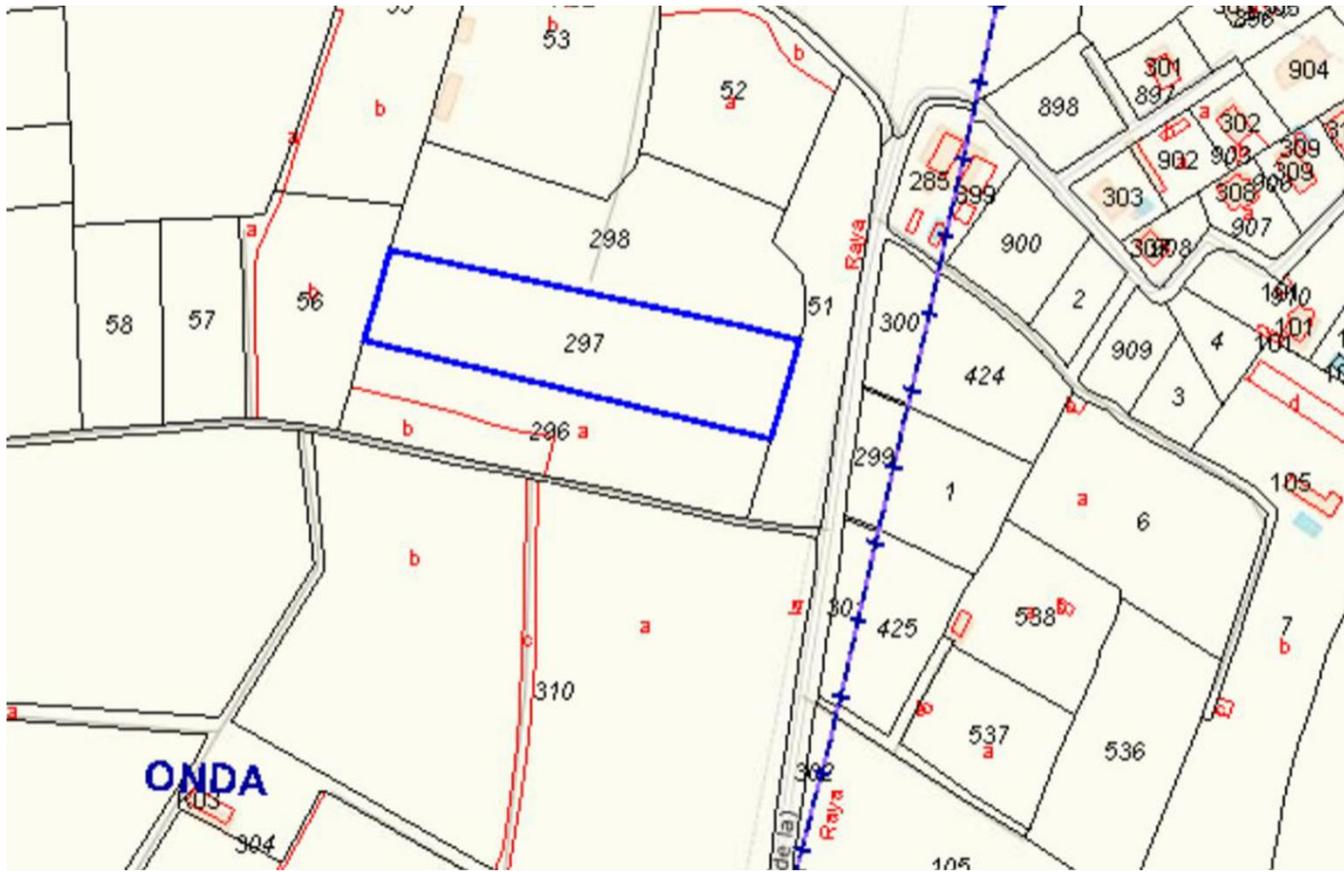
6- Conclusión

Teniendo en cuenta que el PR obtenido es de 7,7 años, el TIR es de 2% y el VAN es de 1.268,33 euros, queda claramente reflejado que la rentabilidad del proyecto es positiva, aunque escasa. Esto hace que una inversión inicial de poca cantidad de dinero (10.314,7 euros) se tarde mucho tiempo en recuperar (7,7 años).

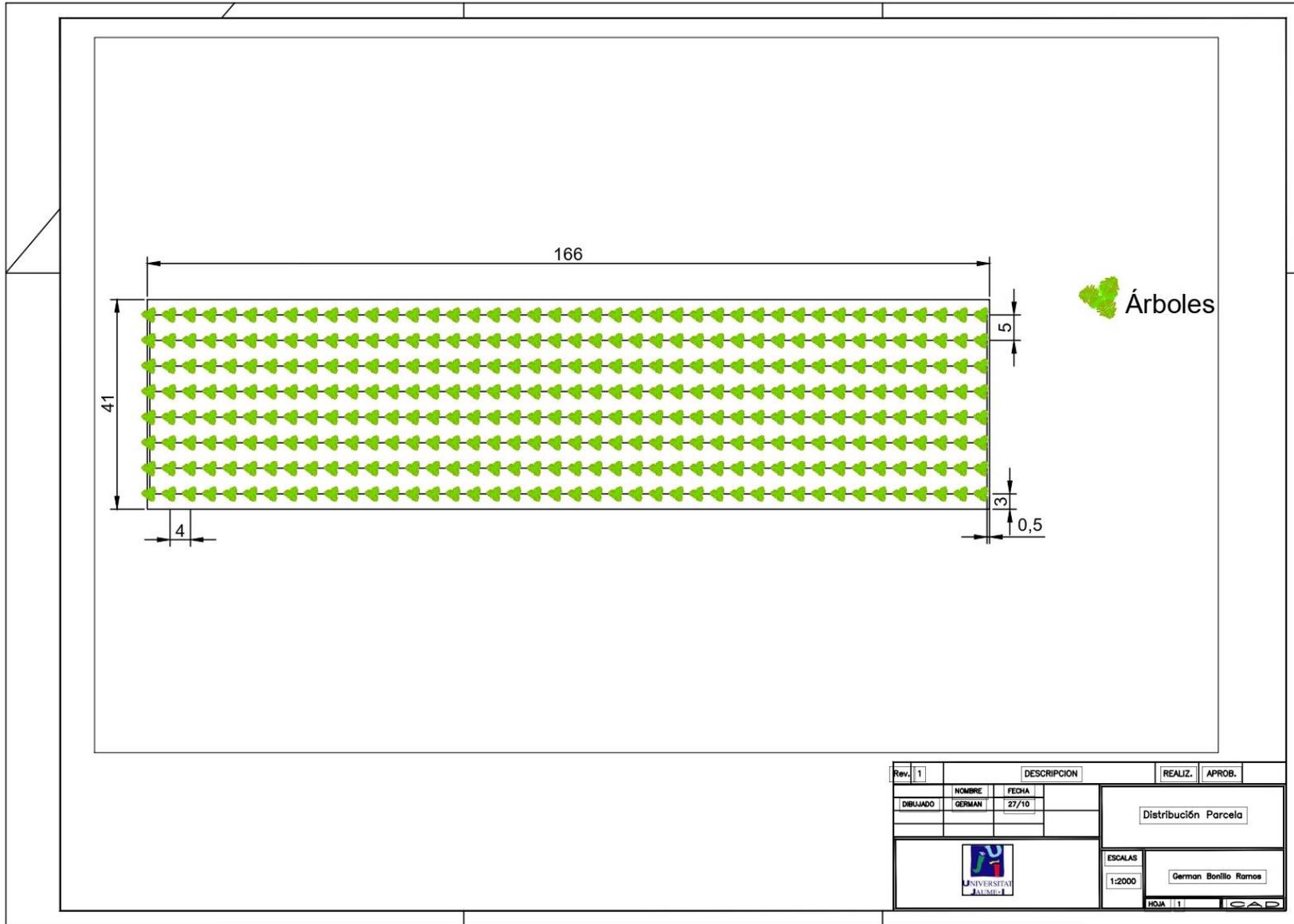
PLANOS

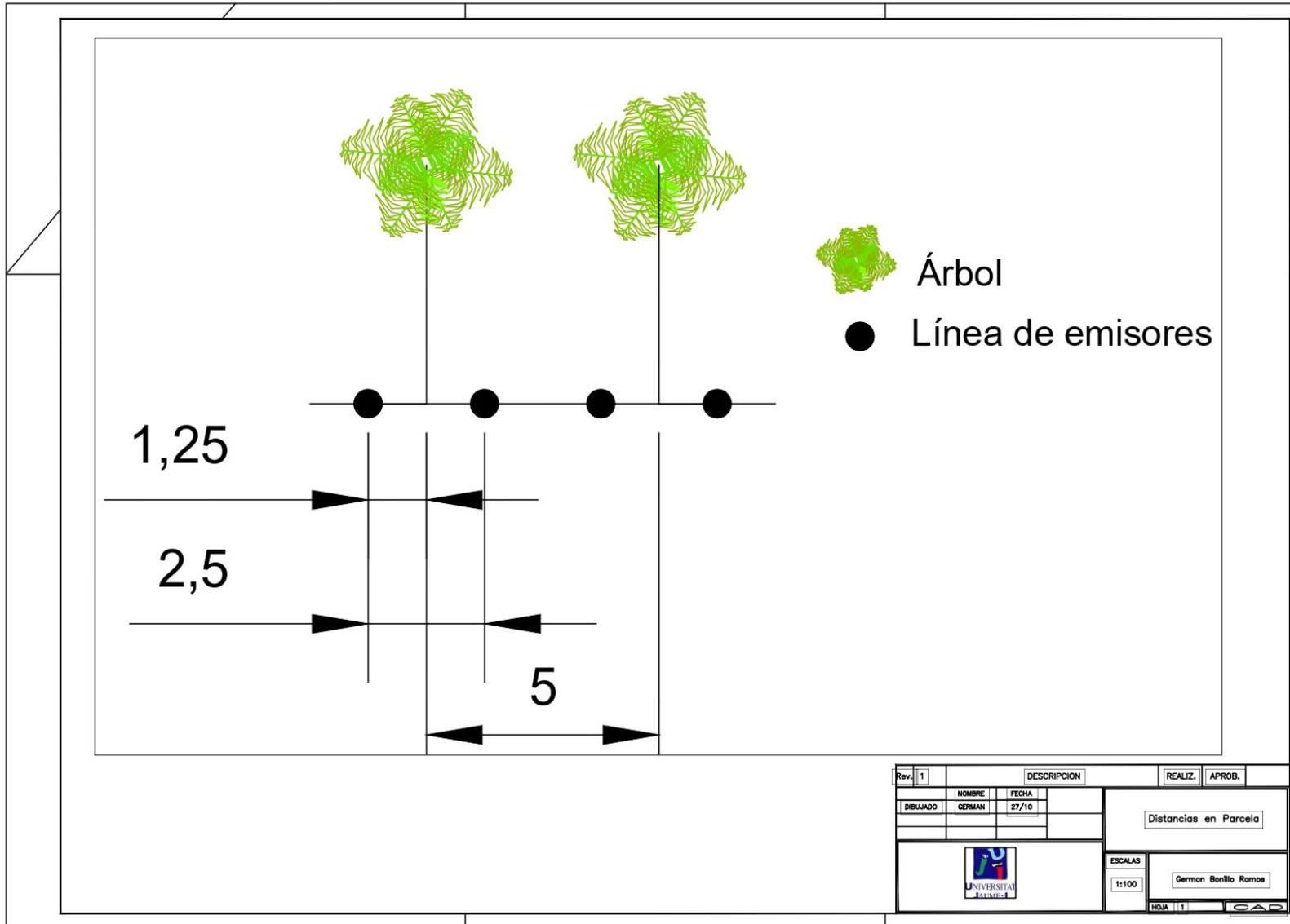


Rev.	1	DESCRIPCION			REALIZ.	APROB.	
		NOMBRE	FECHA	AREA	Ubicación Parcela		
DIBUJADO	German	27/10		ZONA			
						ESCALAS	German Bonillo Ramos
						1:5000	
						HOJA	CAD



Rev.	1	DESCRIPCION		REALIZ.	APROB.
DIBUJADO	German	FECHA	AREA	Parcela catastral	
		27/10	ZONA		
 UNIVERSITAT JAUME I				ESCALAS	German Bonillo Ramos
				1:5000	
				HORA	2
				CAD	





PRESUPUESTO

Tabla 38: Inversión inicial. Fuente: Cooperativa Católico Agraria

PRESUPUESTO: INVERSIÓN INICIAL				
Tipo	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Precio total(€)
1- Preparación del terreno				
M. obra	Analisis del suelo hecho por un laboratorio privado	1	120	120
M. obra y maquinaria	Eliminacion vegetacion anterior (segadora picadora)	20 h	20	400
M. obra y maquinaria	Eliminacion vegetacion anterior (arado de discos)	20 h	20	400
M. obra y maquinaria	Gradear con discos	20 h	20	400
M. obra	Realización de caballones con acaballadora	20 h	20	400
2- Plantación				
M. obra	Marcacion del suelo para realizar la plantación	20 h	10	200
M. obra	Realizacion de los hoyos en el suelo de forma manual con azada	20 h	10	200
M. vegetal	Plantones: patron citromelo CPB 4475 y variedad injertada clemenules	328 u	6	1968
M. obra	Plantacion de plantones de forma manual con azada	20 h	10	200
3- Instalación del sistema de riego				
M. obra	Analisis del agua de riego hecho por un laboratorio privado	1	120	120
Material hidraulico	Tuberia lateral PE, 6 atm, 20 mm	1328 m	0,21	278,88
Material hidraulico	Tuberia terciaria PVC, 6 atm, 63 mm	41 m	1,31	53,71
Material hidraulico	Emisores autocompensantes	1969 u	0,19	374,11
M. obra	Instalación de tuberías en la parcela	40 h	10	400
4- Socio Cooperativa Católico Agraria				
Socio	Acciones Cooperativa	8	600	4800
			TOTAL	10314,7

Tabla 39: Gastos de mantenimiento anuales. Fuente: Cooperativa Católico Agraria

PRESUPUESTO: MANTENIMIENTO ANUAL				
Tipo	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Precio total(€)
M. obra + quimicos	Eliminación de malas hierbas (herbicidas)	49 h	10	490
M. obra	Poda	68 h	10	680
Agua + quimicos	Agua + fertilizantes (Comunidad de regantes)	313,64 mm + fertilizantes	-	655,2
M. obra + quimicos	Fitosanitarios	35 h + fitosanitarios	-	525
Quimicos	Fertilizantes	36 h + fertilizantes	-	540
			TOTAL	2890,2

PLIEGO DE CONDICIONES

1- Instalación de riego

Artículo 1. Tubería de PVC.

Las tuberías de PVC estarán fabricadas por el procedimiento de extrusión con prensa de velocidad, presión y temperaturas controladas, previstas para funcionamiento continuo. Se asegura que la empresa constructora realiza el control de forma seria y satisfactoria. Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en su superficie y se aparten de las medidas anunciadas por el fabricante. Las tuberías y piezas especiales unidas a ellas tendrán un dieléctrico tal que la conducción no se verá afectada en ningún caso por corrientes parásitas o de otro tipo.

Artículo 2. Tubería de polietileno.

Su fabricación debe estar de acuerdo con la norma UNE-53.131. El Contratista presentará al Director de Obra documentos del fabricante que acrediten las características del material.

Artículo 3. Instalación de tuberías.

La tubería principal irá enterrada en una zanja de 100 cm de profundidad y la terciaria en una zanja de 100 cm. Serán montadas por personal especializado, teniendo especial cuidado en colocar las conexiones tubería terciaria – laterales en coincidencia exacta con las cañas dispuestas en el marqueo.

Una vez instaladas y colocadas las tuberías se procederá a rellenar las zanjas en dos etapas: en la primera, se cubrirán con una capa de tierra hasta la prueba hidráulica de instalación; en la segunda, se completará el relleno evitando que se formen huecos en las proximidades de las piezas.

Artículo 4. Limpieza de las conducciones.

Antes de proceder a la instalación de cierres terminales, se limpiarán las tuberías, dejando correr el agua. Todos los años, antes de comenzar la campaña de riegos, se procederá al limpiado de las tuberías dejando correr el agua hasta que salga por los extremos de las tuberías terciarias, utilizando un producto no corrosivo para la limpieza de las mismas.

Artículo 5. Comprobación de la instalación.

Una vez colocada la instalación, y realizadas las pruebas y comprobaciones, se procederá a la observación global de funcionamiento de dicha instalación. Se hará especial hincapié en la comprobación del buen funcionamiento del sistema de fertirrigación, que ha de ajustarse a las especificaciones realizadas en la Memoria del presente Proyecto. Así mismo, nos aseguraremos de la inexistencia de cavitaciones en la tubería.

2- Labores generales de preparación y cultivo

Artículo 1.

Las labores y operaciones de preparación para el establecimiento de la plantación, operaciones culturales y técnicas de cultivo se ejecutarán siguiendo las normas que al respecto que se citan en la Memoria.

Artículo 2.

Las materias primas y energía que se utilicen serán las especificadas en el Proyecto. La Dirección Técnica de la explotación asumirá las responsabilidades derivadas de las modificaciones y asumirá las responsabilidades derivadas de las modificaciones substanciales de lo establecido.

3- Abonados y similares

Artículo 1.

Los abonos químicos que se utilicen se ajustarán a las normas contenidas en la Orden Complementaria del 20-6-70, relativas a la composición y pureza de los mismos.

Artículo 2.

La riqueza de los abonos se expresará para el nitrógeno en N total, para el fósforo en P₂O₅ y para el potasio en K₂O.

Artículo 3.

Los abonos deberán adquirirse envasados y precintados y llevar sobre los mismos impresos los porcentajes de riqueza en cada elemento. Deberá también indicarse su procedencia.

Artículo 4.

Para la fertilización mediante fertirrigación se empleará el abono soluble que se indica o sus equivalentes a juicio de la Dirección Técnica, en ningún caso, se superarán la concentración de 2 gr/l en la solución fertilizante.

Artículo 5.

Si se sospecha la existencia de fraude en los abonos, se inmovilizará la partida afectada y se requerirá la presencia del Técnico delegado del servicio de Defensa de Fraudes, para su actuación en consecuencia.

4- Plantación y similares

Artículo 1.

Las plantas que se adquieran deberán reunir las condiciones de sanidad y vigor que marque la legislación vigente.

Artículo 2.

Los plántones serán certificados y tendrán un año de injerto y dos de raíz.

Artículo 3.

Todos los paquetes de plantas llevarán sus etiquetas en las que se indiquen las características y variedad.

Artículo 4.

El viverista está obligado a reponer todas las marras producidas por causas que le sean imputables y a sustituir todas las plantas que, a la terminación del plazo de garantía, no reúnan las condiciones exigidas en el momento del suministro.

Artículo 5.

En caso de que se juzgue oportuno rechazar una partida y no se llegue a una avenencia con la firma suministradora se acudirá al Servicio de Defensa de Fraude cuyas decisiones son inapelables.

Artículo 6.

Las operaciones de preparación y plantación serán las indicadas en la Memoria.

5- Poda

Artículo 1.

La poda se realizará según las especificaciones que aparecen en el apartado de poda en la Memoria y Anejos de este Proyecto.

6- Tratamientos fitosanitarios

Artículo 1.

Los productos fitosanitarios que se empleen en la explotación deberán ajustarse a las normas establecidas en el Decreto 19-9-82. Deberán estar debidamente registrados en el Registro General del Ministerio de Agricultura.

Artículo 2.

Los productos adquiridos deberán estar precintados, envasados y etiquetados según la norma oficial, constatando en los envases el número de registro del producto y su nombre o firma, la composición química, la riqueza de sus componentes y el nombre común.

Artículo 3.

En el caso de utilizar productos peligrosos, se adoptarán estrictas medidas de seguridad para el personal que los maneje, B.O.E. 11-10-76. Se usarán gafas y guantes cuando la peligrosidad del producto lo exija.

Artículo 4.

Se instalará un botiquín de urgencias, según las instrucciones del médico de la empresa, en el que figurarán visibles las instrucciones para su uso, redactado por el mismo.

Artículo 5.

Se seguirán los calendarios de tratamientos preventivos propuestos. La Dirección Técnica está facultada para incrementar la frecuencia cuando lo crea convenientemente. En los tratamientos se tendrán en cuenta los plazos de seguridad necesarios, que se cumplirán estrictamente.

Artículo 6.

Los productos fitosanitarios se guardarán bajo llave en el correspondiente almacén y su manejo será realizado por el encargado especialista.

7- Aplicación de riegos.

Artículo 1.

Los calendarios de riego propuestos son indicativos y, en ningún caso, pretenden imponerse. Se deja a criterio de la Dirección Técnica las oportunas modificaciones. Se seguirá, sin embargo, lo establecido en cuanto a los riegos de fertirrigación.

Artículo 2.

Se dispondrá en el almacén de los elementos que exijan un frecuente recambio y se revisarán periódicamente los ramales laterales y los componentes del equipo cabezal de control. La limpieza de los filtros será objeto de un programa de mantenimiento y limpieza periódica de obligado cumplimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- M. Agustí. (2003). *Citricultura*. 2.ª edición revisada y ampliada. Madrid (España). ISBN: 84-8476-158-4.
- Urbano Terrón, Pedro. (1992). *Tratado de fitotecnia general*. 2ª Edición revisada y ampliada. Madrid: Mundi-Prensa. ISBN: 8471143860.
- M. Amorós Castañer. (1993) *Riego por goteo en cítricos*. 2ª Edición. Mundi-Prensa. Madrid. ISBN: 84-7117-412-3.
- http://www.ivia.gva.es/es/clementinos-y-satsumas/-/documentos/dOojPPd5LDML/folder/161863628?p_auth=Dds2cbGv
- <http://www.ivia.gva.es/documents/161862582/161863628/CLEMENULES.pdf/59d59f89-4708-4dc6-9dbe-0ebcd81b23c7>
- <http://www.regvila.com/documentos>
- <http://riegos.ivia.es/datos-meteorologicos>
- <https://www.fransa.es/wp-content/uploads/2018/12/analitica-de-agua-riego.pdf>
- <https://www.gipuzkoa.eus/documents/2227195/2228975/recomencriteriosdeinterpretacionaguas.pdf/c52b6626-2092-ca14-e596-f189dd8eef9b>
- https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/PedroJoseDeLosAngeles/02i_Analisis_Agua.pdf
- <http://www.agroambient.gva.es/documents/163228750/167772281/Patrones+y+variaciones+de+c%C3%ADtricos/ce05b440-e4f7-484c-947a-0fd153bff63d>
- <http://gipcitricos.ivia.es/area/plagas-principales>
- https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_hidr/Tema7.PDF
- <http://www.cota220.es/>
- https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/GuadalupeAlvarez/08-Pliego.PDF
- <https://www.syngenta.es/sites/g/files/zhg516/f/citricos-soluciones-syngenta-malashierbas.pdf>
- <https://www.syngenta.es/productos/proteccion-cultivos/herbicida/terafit>
- <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s02.pdf>
- <https://orcelis.com/>
- <http://www.coopvila-real.es/>

