

INFORME ANUAL DE RESULTADOS

18CTP1_8

ENSAYO DE PATRONES DE ALMENDRO EN SIEMBRA DIRECTA EN ALTA DENSIDAD

Área:	FRUTICULTURA
Ubicación:	Torre-Pacheco
Coordinación:	José Méndez, CIFEA Torre Pacheco
Técnicos	Plácido Varó, Joaquín Navarro y Ricardo Gálvez, CIFEA Torre Pacheco
Duración	Enero 2018- diciembre 2018
Financiación	A TRAVÉS DEL PROGRAMA DE DESARROLLO RURAL DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2014-2020.



Contenido

1. RESUMEN.	3
2. INTRODUCCIÓN.	5
3. OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN.	6
4. MATERIAL Y MÉTODOS.	7
4.1. Cultivo, variedad/patrón.	7
4.2. Ubicación del ensayo y superficie destinada.	11
4.3. Infraestructura existente.....	12
4.4. Fecha de inicio y fin del ensayo. Fases del proyecto.Calendario.	13
4.5. Marco de plantación/densidad.	15
4.6. Sistema de formación, poda y reinjerto.....	17
4.7. Características del agua y suelo. Análisis.	18
4.8. Preparación del suelo. Labores de cultivo.	20
4.9. Riegos y abonados. Consumo de agua y fertilizantes.	21
4.10. Tratamientos fitosanitarios. Incidencias fitopatológicas.	23
4.11. Datos climáticos. Incidencias: Estación próxima SIAM.	24
4.12. Diseño estadístico y características de las parcelas demostración.....	25
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
5.1. Parámetros evaluados.....	26
5.2. Controles en crecimiento vegetativo y patologías.....	26
5.3. Controles en floración.....	28
5.4. Ciclo productivo: calendario de recolección.	31
5.5. Resultados de divulgación.....	33

1. RESUMEN.

El patrón franco de almendro se ha visto desplazado en las nuevas plantaciones de regadío por la introducción de patrones clonales híbridos, en especial el híbrido melocotonero por almendro GF-677; pero el patrón franco de semilla de almendro tiene muchas virtudes: sistema radicular más pivotante y profundo que lo hace más resistente a la sequía y al ataque del gusano cabezudo, perfecta afinidad no produciendo cuellos por diferencia de desarrollo del patrón y la variedad, y sobre todo bajo coste y facilidad de obtención.

Desde hace unos pocos años se está ensayando en almendro el cultivo en alta densidad para formar un seto o muro frutal continuo y recolectarlo con cosechadoras cabalgantes como ya se hace con el olivo. Este sistema es muy precoz en entrar en producción, y posibilita una máxima mecanización de las labores de recolección, poda, tratamientos fitosanitarios, etc. Las filas de árboles en el ensayo están separadas de 3.5 a 4 metros y distancias entre pies de 1 a 2 metros, para conformar un seto vegetal de unos 0.8 a 1 m de ancho y 2.5 a 3 m de alto que son las medidas máximas de las máquinas cabalgantes actuales. El principal inconveniente de este sistema de plantación es el coste de la planta y tutores, dado que se multiplica por diez el número de árboles del sistema tradicional, pasamos de 250 a 2.500 árboles por hectárea, marco de 6.7 x 6 al de 4 x 1 o 3.5 x 1.2.

Se continúa con el cultivo de la parcela de ensayo de patrones francos de almendro implantada en 2017, en la que se ensaya el comportamiento como patrón franco de semilla de 7 variedades autocompatibles de almendra, tomando como testigo la variedad 'Garrigues' tradicionalmente usada en los viveros de la Región como patrón de almendro para secano.

Por otro lado, la siembra directa de almendras nos da patrones francos que injertamos en campo y no trasplantamos, obteniendo árboles con su sistema radicular inalterado, más profundo y pivotante. El comportamiento de los árboles no trasplantados que se conoce

sobre todo de árboles forestales, y también en el caso del almendro que es capaz de nacer y desarrollarse de manera salvaje en nuestros campos, busca el objetivo de conseguir árboles más grandes, más productivos, y más resistentes a la sequía. La capacidad del sistema radicular de explorar capas profundas del suelo es fundamental para poder resistir sequías o déficit de riego, y también la capacidad para desarrollarse en condiciones de baja o nula fertilización nitrogenada, lo que puede ser interesante para reducir la contaminación por nitratos.

El objetivo general es comprobar la viabilidad técnica y económica de la siembra directa de almendras para plantación en sistema de alta densidad, con marcos de plantación de 4-3,5 m x 1,5-1 m, para tener árboles de pie franco que después se injertaran y así tener la plantación de almendros de alta densidad sin tener que trasplantar. La siembra directa nos puede producir árboles con un sistema radicular más profundo y pivotante, dado que la raíz principal no sufre ningún corte, como si ocurre cuando se trasplanta el árbol, y así explorar capas de suelo más profundas y ser más resistente a periodos de sequía.

También comprobaremos si los costes de la siembra directa son menores respecto de la plantación normal trasplantando planta injertada, dado que las diferentes labores de la siembra, aclareo, injerto etc. se realizan con árboles que están muy próximos, lo que hace que el manejo sea parecido al que se realiza en un vivero tradicional. Este sistema de plantación se está experimentando con éxito dado que se consigue un seto o muro frutal, de rápida entrada en producción, que se puede recolectar con cosechadoras cabalgantes igual que el olivar.

La finalidad es ofrecer con el cultivo del almendro con patrones en siembra directa una alternativa viable a otros cultivos con mayor consumo de agua, fertilizantes y fitosanitarios en una Comarca dónde se hace necesario administrar la escasez de recursos hídricos y reducir la presión medioambiental sobre el Mar Menor, determinando en este caso los

patrones más idóneos y comprobando además el comportamiento productivo en alta densidad.

Se pretende además realizar el control de plagas de forma ecológica con la introducción de insectos auxiliares, eliminar el uso de herbicidas por medio de una banda de vegetación adventicia entre la calle con laboreo y la tela cubresuelos en la zona regada, acompañada del uso de desbrozadora y respecto al abonado se reduce drásticamente el empleo de nitrógeno. También se tritura la madera de poda al objeto de mejorar la actividad biológica del suelo y evitar la erosión así como minimizar las extracciones del cultivo.

Dado que nos encontramos en el segundo año desde la plantación, no se han obtenido de momento resultados de producción, ya que los plantones son aún jóvenes; si bien se espera ya en el año 2019 la primera cosecha. Los únicos resultados que pueden ofrecerse se refieren a aspectos como la floración o el crecimiento, que no ofrecen de momento diferencias significativas entre los distintos plantones.

2. INTRODUCCIÓN.

El almendro, perteneciente a la familia de las Rosáceas, tiene su origen en las regiones montañosas de Asia Central y se cultiva desde épocas remotas. Se distribuyó por Persia, Mesopotamia y, a través de rutas comerciales, por todas las civilizaciones primitivas. El almendro se cultiva en España desde hace más de 2.000 años, probablemente introducido por los fenicios y posteriormente propagado por los romanos. Su cultivo se estableció al principio en las zonas costeras, donde sigue predominando, pero también se ha introducido hacia el interior favorecido por el empleo de variedades de floración tardía.

La superficie total de almendro en la Región de Murcia es de 76.363 ha, de las cuales 69.463 ha pertenecen a secano y 6.900 ha a regadío (Anuario Estadístico Agrario Regional 2017). La superficie ha sufrido poca variación desde en los últimos 10 años, en 2011 se contabilizaban 71.599 ha y permaneció estable hasta 2016 y 2017, años en que hubo un repunte de las

plantaciones favorecido por los buenos precios. La producción en la Región de Murcia de almendra en cáscara fue de 29.990 toneladas, rondando las 25.000 toneladas un año con otro, con un mínimo de 14.899 t en 2014 a causa de una sequía extrema, pero superando algunos años las 35.000 t si se dan buenas condiciones climáticas (precipitaciones y ausencia de heladas).

La capacidad de adaptación al medio físico y climático del clima mediterráneo, y su especial capacidad de resistencia a la sequía, hace del almendro un cultivo que se ha concentrado tradicionalmente en tierras marginales de cultivo y de elevada pendiente. No obstante esta tendencia está cambiando, por un lado por considerar al almendro como un cultivo rentable, favorecido por varios años de buenos precios debido al incremento mundial de su consumo y por otro por la posibilidad de cultivarse en zonas frías del interior por la obtención de variedades de floración tardía y de muy buena producción.

Las grandes diferencias en producción del cultivo en secano con respecto al regadío, la utilización de tierras con mejores condiciones de cultivo y los bajos aportes hídricos, pueden facilitar una alternativa a los cultivos actuales, si se logra alcanzar un mínimo de rentabilidad al cultivo, como parece que apunta la creciente demanda mundial.

3. OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN.

Nos planteamos un ensayo de patrones empleando la siembra directa, con riego localizado a goteo, en alta densidad, buscando la precocidad en la entrada en producción, y tratando el almendro como un cultivo económicamente viable frente a los otros cultivos preponderantes en la zona como cítricos y hortalizas. Las menores necesidades de agua de riego e inversión, son factores que posibilitan su cultivo, con la consideración del importante aspecto medioambiental del ahorro de agua y fertilizantes en una zona tan sensible como es todo el entorno del Mar Menor. El objetivo de las parcelas demostrativas es comprobar el comportamiento agronómico de estos patrones en siembra directa en el Campo de Cartagena, así como ensayar el cultivo superintensivo y empleando una variedad de producción elevada en la zona como es la `Constantí`.

Pero el patrón franco de semilla de almendro tiene muchas virtudes: sistema radicular más pivotante y profundo que lo hace más resistente a la sequía y al ataque del gusano cabezudo, perfecta afinidad no produciendo cuellos por diferencia de desarrollo del patrón y la variedad, y sobre todo bajo coste y facilidad de obtención.

4. MATERIAL Y MÉTODOS.

4.1. Cultivo, variedad/patrón.

El ensayo consiste en analizar el comportamiento y aptitud como patrón de 7 variedades de almendro en siembra directa sin trasplante frente al testigo `Garrigues` que es la variedad más usada como semilla en los viveros tradicionales de Murcia. Las filas están a 4 m igual que la parte realizada con planta trasplantada, pero entre árboles se deja una distancia de 1 m.

Las variedades seleccionadas están cultivadas en el CIFEA en el ensayo de variedades de almendro y son:

0 `Garrigues`, 1 `Marinada`, 2 `Constantí`, 3 `Vairo`, 4 `Belona`, 5 `Lauranne`, 6 `Colorada`, 7 `Antoñeta`.

Nº	Variedad	Origen/obtentor	Autocompatible	Floración
0	`Garrigues`	Murcia	No	Temprana
1	`Marinada`	IRTA	Si	Muy tardía
2	`Constantí`	IRTA	Si	Media-tardía
3	`Vairo`	IRTA	Si	Media-tardía
4	`Belona`	CITA	Si	Tardía
5	`Lauranne`	INRA	Si	Tardía
6	`Colorada`	Murcia	No/parcial	Temprana
7	`Antoñeta`	CEBAS	Si	Tardía

Tabla nº 1. Origen de los patrones ensayados en siembra directa.

Se realizó en 2016 la siembra directa para injertar en campo definitivo y no trasplantar al marco de 4 x 1 m, que se puede considerar superintensivo. Se realiza el trasplante en febrero de 2017, con plántones procedentes del vivero que se realizó en año 2016 con las almendras de las distintas variedades. Toda la planta está injertada de la variedad 'Constantí', dado que lo que se pretende es ver la diferencia del patrón.

La preparación del terreno se realizó con acolchado de tela cubresuelos negra de 125 g/m² de 1,8 m de anchura y doble línea de riego por debajo del acolchado al objeto de mejorar la eficiencia en el uso del agua y el mejor comportamiento frente a la lixiviación de sales. La salinidad del agua de riego utilizada por los agricultores, se está incrementando en los últimos años ante la falta de agua del trasvase.

En cada puesto de plantación se emplearon 3 ó 4 almendras para después de la nascencia poder elegir el árbol que tenga mejor desarrollo eliminando los otros. Se dispuso de un protector anti conejos y de un tutor. Las almendras previamente se han estratificado en frío. La previsión era plantarlas en diciembre de 2016, pero las fuertes lluvias hicieron imposible el preparar la tierra de la parcela de ensayo hasta enero, realizándose la plantación el 18 de enero (día de la nevada). La germinación empezó el 9 febrero. Esta planta se limpió de brotes axilares sólo en los primeros 15 cm, para preparar el tronco para recibir el injerto.

El injerto se realizó a primeros de mayo a yema viva lo más precoz posible para tener una mejor unión y que sufra menos el árbol. Se realiza a unos 10 cm sobre el nivel del suelo, en nuestro caso los plántones en el momento del injerto tenían un diámetro de tronco de 10 mm y una altura media de 75 cm. Una semana después de realizado el injerto se procede a decapitar el patrón para forzar la brotación del injerto. Esta operación es la más delicada porque hay que tener un alto porcentaje de prendimiento para que sea viable. Se realizaron los trabajos culturales de limpieza de los injertos, para obtener una planta con el tronco de unos 60 cm a partir de ahí se dejara la formación libre con eje central para formar un seto de cultivo.

Dado que en el ensayo del vivero la variedad 'Vairo' no ha dado buen resultado, con un número de marras en la nascencia superiores a las otras almendras, se sustituyen para la siembra de 2017 por la variedad 'Antoñeta'.



Foto nº 1. Detalle de fila de la derecha decapitada una semana después del injerto (15/05/2017) y estado de las plantas germinada que se deja en siembra directa.



Foto nº 2. Detalle de árbol injertado, 15 de mayo de 2017.



Foto nº 3. Desarrollo de los injertos a 21 de junio 2017.

Con los patrones en este estado, a continuación, se realizan los trabajos culturales de limpieza de los injertos, y se ponen tutores para obtener una planta con el tronco de unos 60 cm a partir de ahí se deja la formación libre con eje central para formar un seto o muro frutal.

Al final del año 2017, y con un solo año desde la siembra conseguimos árboles ya injertados y de una altura de 120 cm y diámetro de tronco de 20 mm, sin emplear tutores, porque el árbol se ha ido robusteciendo al dejar la formación libre eliminando los menores brotes posibles. Del total de 162 árboles del ensayo hemos tenido 20 marras, bien inicialmente de la brotación, como posteriormente en la injertada y decapitación posterior. Estas marras se repusieron en 2018, y se siguió con ellas un procedimiento igual al 2017.

En cultivo se seguirá con formación libre a eje central sin limitar altura, sólo dejando los primero 60 cm de tronco libre.

4.2. Ubicación del ensayo y superficie destinada.

Se ubica en el CIFEA de Torre Pacheco.

La referencia del SIGPAC del CIFEA, es Polígono 19 parcela 9000, en la que engloba una gran cantidad de terreno, en la que está el CIFEA.

La superficie es de aproximadamente 1.300 m², en la que se disponen en 5 filas separadas 4 metros, las filas 1 y 5 son borde, y se controlaran en el ensayo las filas 2, 3 y 4. Las filas se orientan norte sur (noreste suroeste) y su longitud va creciendo desde el borde oeste que linda con la parcela de ensayo de parones francos de almendro hasta el del este que limita con la parcela de variedades de algarrobo.

La plantación se realiza en 5 líneas a 4 m. y con las plantas separadas 1 m. La densidad es de 2.500 plantas/hectárea.



Figura nº 1. Ubicación de la parcela objeto del ensayo de patrones en siembra directa.

4.3. Infraestructura existente.

Se dispone de las siguientes infraestructuras:

- Parcela vallada.
- Tractor con cultivador, fresadora, trituradora y segadora, máquina de tratamientos.
- Instalación de riego, cabezal de riego con programador para fertirrigación con control de CE y pH.
- Pequeña herramienta (azadas, escabillos, tijeras, serruchos, etc.), desbrozadora manual.
- Herramientas de poda: podadora en altura, tijeras eléctricas, motosierra batería, tijeras dos manos.
- Materiales y equipos de medida (envases, pesos, calibres, refractómetro, penetrómetro, etc.).
- El desarrollo, control y seguimiento, lo realizarán los técnicos del CIFEA y el personal auxiliar.

Se cuenta en el CIFEA para el desarrollo del ensayo con los siguientes medios:

- Nave donde se ubica el cabezal.
- Embalse general.

- Oficina (equipo informático, programas, etc.).
- Red de riego
- Instalación de riego por goteo.
- Cabezal de riego automático (bombas, depósitos, contadores, etc.).
- Estación meteorológica al aire libre.
- Electrificación general.

4.4. Fecha de inicio y fin del ensayo. Fases del proyecto. Calendario.

FASES DEL PROYECTO

Noviembre 2016: estratificado en frío a 4 grados con sustrato de vermiculita humedecido, hasta que se produce la apertura de la almendra y comienza a emitirse la radícula.



Foto nº 3. Detalle de la emisión de la radícula tras el estratificado en frío (noviembre 2016).

Enero 2017: se realiza la plantación, eligiendo las almendras más uniformes que tenían iniciada la germinación. Se ponen 3 o 4 almendras por puesto.

Marzo 2017: se hace el aclareo de los almendros nacidos, dejando sólo una planta. Posteriormente se limpian los primeros 15 cm para dejar el tronco liso al objeto de poder recibir el injerto.

Mayo 2017: se realizarán los injertos a yema viva de los distintos patrones del ensayo: todo el ensayo se injerta con la variedad Constantí. Se decapita el patrón para forzar la brotación del injerto.

Junio 2017: se limpian los injertos eliminando todo lo borde y dejando el injerto que ha brotado.

Junio, julio, agosto, septiembre, 2017: cuidado de la planta: riegos, quitar hierba de los bordes de la tela, tratamientos fitosanitarios, etc.

Diciembre 2017: se medirá el desarrollo de los árboles de los distintos bloques experimentales del ensayo: diámetro de tronco del patrón y de la variedad, altura, porte, etc.

Se realiza la plantación en la anualidad 2016 en vivero y se procede al trasplante en febrero de 2017. Las actuaciones sobre el cultivo duran todo el año.

El cronograma de actuaciones cada anualidad es el siguiente:

Fase del proyecto	Año	En	Fb	Mr	Ab	My	Jun	Jul	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc
Estratificación en frío de la semilla	2016												
Preparación de la parcela de Plantación	2017	■											
Plantación de la parcela de ensayo	2016		■										
Aclareo de planta	2017			■									
injerto	2017				■								
Eliminar brotes, Riego, laboreo, eliminar hierba	2017					■	■	■	■	■	■	■	■
Medición de desarrollo de la planta	2017												■

Fase del proyecto	Año	En	Fb	Mr	Ab	My	Jun	Jul	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc
ACTIVIDAD DE DEMOSTRACIÓN													
Estratificación en frío de la semilla	2018	■											
Replantación de la parcela de ensayo	2018	■											
Riego	2018			■	■	■	■	■	■	■			
Limpieza de brotes, y poda mínima	2018		■									■	
Reinjerto	2018					■							
Medición de desarrollo de la planta	2018			■								■	
Laboreo, desbrozado, desherbaje	2018		■			■			■			■	
Recolección	2018								■				

Tabla nº 2. Calendario de labores culturales en la plantación de patrones de almendro en siembra directa.

4.5. Marco de plantación/densidad.

Se plantan las 5 filas de la parcela, con una distancia entre filas de 4 m y entre árboles de 1 m. Se elige este marco de plantación superintensivo, por un lado para poder realizar en un tamaño de parcela asequible las suficientes repeticiones, y obtener datos del desarrollo y producción en al menos 3 años. A partir de esa fecha los árboles van a competir entre sí por el espacio tanto de suelo como de copa, y se podrá comprobar cómo se adapta el patrón franco en siembra directa a las condiciones de alta densidad. Este marco se considera superintensivo, más que de alta densidad, dado que se pasa de 200 árboles por ha en cultivo tradicional a 2.500 árboles por ha, más de 10 veces. Con estas densidades lo que se consigue es una rápida entrada en producción.

Después de su activación en el invernadero por medio de humedad y temperatura y una vez germinadas, como se dijo, se siembran dos o tres almendras por cada hoyo y posteriormente se aclarean para dejar la planta más desarrollada, lo que constituye el fundamento de la siembra directa.



Foto nº 4. Aspecto de la instalación de riego para la plantación de almendros en febrero de 2017.

Las labores culturales a realizar son: poda, triturado de restos de poda, labor de cultivador y/o fresadora en el centro de las calles, siega y desbrozadora en los bordes de la tela cubresuelos, fertirrigación, control biológico de las plagas mediante sueltas de auxiliares, recolección y tratamiento de los datos.



Fotos nº 5 y 6. Plantones en el vivero (enero 2017) y planta arrancada para trasplante (febrero 2017).

4.6. Sistema de formación, poda y reinjerto.

Los árboles se forman en vaso múltiple, siendo la poda que se ha realizado estas dos primeras anualidades la de plantones jóvenes. Se proyecta no realizar entutorado en la planta borde, porque sólo se limpian los primeros 10 cm de tronco para prepararlo para recibir el injerto, entonces tenemos una planta que vegeta en todas las direcciones y se hace resistente al viento.

La formación va encaminada a conseguir un muro frutal al objeto de posibilitar la recolección con maquina cabalgante igual que se hace con el olivo en alta densidad. En nuestro caso como la planta se pretende obtener en siembra directa, la vamos a conducir de forma libre a eje central, es decir no se despunta la planta para formar brazos, sino como la densidad es muy alta, con árboles separados 1 m, vamos a obtener una fila densa, un seto.

Igualmente se pretende no emplear tutores, al objeto de abaratar la plantación, y que los árboles se hagan robustos de forma natural.

El injerto que se ha realizado ha sido el tradicional de chapa, empleando para ello la variedad 'Constantí', existente en la explotación y de producción contrastada. Las semillas para los plantones proceden asimismo de la propia explotación del CIFEA. Después de realizar el injerto a unos 5-10 cm de la superficie del suelo, y decapitar el patrón para forzar la brotación, también se deja el crecimiento natural, sólo se eliminan las brotaciones del pie borde, dejando la máxima superficie foliar hasta el invierno, para obtener una planta de tronco más gordo y robusto.

4.7. Características del agua y suelo. Análisis.

El agua procede de la suministrada por la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, que es una mezcla de aguas del Trasvase Tajo Segura, más una pequeña parte de aguas depuradas. Dada la escasez de recursos del Trasvase, este año la conductividad puede ser mayor, lo que puede afectar al cultivo dado que no es tolerante a la salinidad.

PARÁMETRO	VALOR Y UNIDAD	PARÁMETRO	VALOR Y UNIDAD
Sodio	147 mg/l	pH (23,5° C)	7,74
Potasio	7,88 mg/l	Conductividad eléctrica (25°C)	1,41 mS/cm
Calcio	63,2 mg/l	Boro	0,358 mg/l
Magnesio	46,80 mg/l	Sales solubles	0,87 g/l
Cloruros	205 mg/l	Presión osmótica	0,51 atm
Sulfatos	187 mg/l	Punto de congelación	-0,03°C
Carbonatos	< 5,00 mg/l	Dureza	35,08

			° FRANCESES
Bicarbonatos	171 mg/l	pH corregido (pHc)	7,62
Nitratos	4,98 mg/l	Carbonato sódico residual (C.S.R)	-5,53 mEq/l
Nitrógeno Amoniacal	<0,1 mg/l	Fosfatos	< 0,31 mg/l

Tabla nº 3. Analítica de agua del Trasvase Tajo-Segura en el año 2017.

Los suelos son profundos, con una textura arcillosa, un contenido de materia orgánica medio (en el entorno del 3%) y baja salinidad.

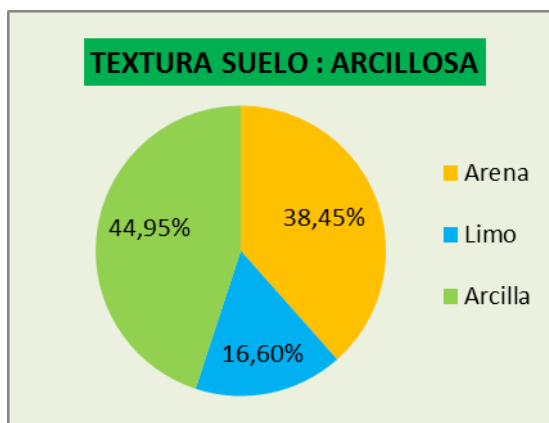


Figura nº 2. Distribución de la textura del suelo.

Las principales características del suelo se reflejan en la siguiente tabla:

PARÁMETRO	VALOR Y UNIDAD	PARÁMETRO	VALOR Y UNIDAD
Ph (extracto acuoso 1:2, a 25,83°C)	7,93	Potasio asimilable	529,59 ppm
Conductividad (Extracto acuoso 1:2, 25°C)	1,73 mS/cm	Calcio asimilable	2045,41 ppm
Cloruros	5,52 mEq/l	Magnesio asimilable	385,69 ppm
Sulfatos	7,68 mEq/l	Materia Orgánica	2,89%

Sodio	4,00 mEq/l	Carbono orgánico	1,64%
Sodio asimilable	197,93 ppm	Hierro asimilable	0,24 ppm
Bicarbonatos	0,60 mEq/l	Boro asimilable	0,66 ppm
Nitratos	786,16 ppm	Manganeso asimilable	0,24 ppm
Fosforo asimilable	410,90 ppm	Cobre asimilable	0,15 ppm
Potasio	2,39 mEq/l	Zinc asimilable	4,07 ppm
Calcio	7,9 mEq/l	Caliza total	62,21%
Magnesio	4,33 mEq/l	Caliza activa	18,81%

Tabla nº 4. Principales características del suelo dónde se ubica el ensayo.

4.8. Preparación del suelo. Labores de cultivo.

La plantación se realizó en febrero de 2016 y para ello la calle se ha cultivado con fresadora, para eliminar las malas hierbas y mejorar la infiltración de la lluvia. La zona de riego está cubierta por tela cubresuelos, que reduce la evaporación del agua y las hierbas. Las malas hierbas de la banda entre la tela y la parte cultivada, se elimina solamente por sistemas mecánicos, como desbrozado u otros compatibles con la agricultura ecológica.

Para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos (CO₂, CO, NO_x), la maquinaria a emplear en el proyecto se encuentra en perfecto estado de conservación, con las revisiones oficiales al día. El empleo del tractor para realizar laboreo del terreno se realizara bajos criterios técnicos de menor demanda de potencia y consumo de energía y menores emisiones.

De cara a reducir el consumo de energía eléctrica se realiza una revisión anual de los equipos y el empleo de maquinaria eléctrica (bombas, etc.) se emplea siempre bajo criterios de eficiencia energética.

Los restos de poda se trituran e incorporan al terreno así como otros restos vegetales, para favorecer la conservación de suelos. También se reduce al máximo el número de labores y profundidad de las mismas, siguiendo siempre criterios técnicos. Se trata de mantener los niveles de materia orgánica 2% en regadío, para preservar una correcta estructura del suelo.

Con el fin de disminuir los residuos, emisiones, el consumo de inputs y desarrollar el proyecto de forma sostenible, el proyecto se ejecuta siguiendo un plan de eficiencia medioambiental. No se han aplicado fitosanitarios y los herbicidas se han reducido al máximo y en franjas muy estrechas al utilizar malla cubre suelos para evitar la nascencia de estas y la evaporación del agua de riego.

4.9. Riegos y abonados. Consumo de agua y fertilizantes.

Se instala riego por goteo debajo de la tela cubresuelos de polifibril negro de 125 gr/m² y de 1,8 m de ancho, 2 líneas separadas 0.8 m con gotero interlínea de 2,2 litro/hora cada 0,35 metros. Con esa separación de goteros se crea una banda continua de humedad, que al estar cubierto con tela cubresuelos se hace más ancha. Otro efecto indirecto de la tela además de evitar la nascencia de vegetación adventicia, es que al reducir la evaporación de agua de la superficie del suelo, se ahorra agua de riego, pero lo que es más importante se mejora la lixiviación de las sales, favoreciendo el movimiento descendente del agua y evitando la acumulación en superficie de las sales.

Para el control de las necesidades de riego se instalarán dos batería de sensores de humedad 10HS, para controlar la humedad a distintas profundidades y en la zona de riego y en la calle seca. Estos sensores nos miden el contenido volumétrico de humedad desde suelo saturado hasta totalmente seco, a diferencia de los tensiómetros que su rango de medida no pasa más allá de los -80 cb, es decir con suelos secos no son capaces de medir, porque se descargan. Está prevista su instalación en el año 2019.

En este ensayo que es de patrones de almendro, el riego será muy deficitario, por lo que es importante medir cómo evoluciona la humedad del suelo a diferentes profundidades, y la aportación de las lluvias y por tanto de la zona de suelo no regada a las necesidades de la planta. Por ello en cada nodo se instalarán 4 sensores 10HS dos en la zona de riego a 25 y 75 cm de profundidad y otros dos en la calle seca a 35 y 75. Se pone más profundo en la calle seca, para posibilitar el laboreo superficial.

Se reduce el riego a los límites del llamado riego deficitario controlado, así como se elimina el aporte de abonados nítricos muy solubles para reducir la lixiviación de nitratos por el hecho de estar ubicado el ensayo en Zona Vulnerable.

Para la programación de la fertirrigación se controla el agua de entrada, CE y pH, y se abona siguiendo las normas técnicas de producción integrada. Se abona siguiendo los criterios máximos fijados en las normas de producción integrada, y cuando no existan por criterios técnicos y se tiene en cuenta el estado del cultivo, los análisis de agua y suelo de la finca. En materia de Nitratos se cumple el Código de Buenas prácticas Agrarias. Para evitar contaminación de suelos y acuíferos por nitratos los abonados nitrogenados se realizaran con formas amoniacales u orgánicas para evitar su lixiviación, en cumplimiento de la Ley 1/2018 de medidas urgentes para garantizar la sostenibilidad ambiental en el entorno del Mar Menor.

Para evitar el consumo innecesario de agua, los riegos se realizaran a partir de programas de riego, teniendo en cuenta la situación del cultivo y las lluvias, la batería de tensiómetros y datos climáticos de la estación agroclimática existente en la finca. Los aportes de agua de riego se reducen aplicando riego deficitario controlado y utilizando la malla cubresuelos.

La fertirrigación se realiza mediante programa de abonado controlando pH a 6,9 y C.E a 2,2 mmhos/cm⁻², el agua de riego procede de la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, que es agua del Trasvase Tajo-Segura más la reutilizada de las aguas depuradas de la comarca, con una conductividad media que ha ido subiendo y se ha situado en el año en 1,2 dS/m. Se ha regado por incremento de conductividad dependiendo del ciclo vegetativo entre 0,8 a 0,4.

4.10. Tratamientos fitosanitarios. Incidencias fitopatológicas.

Por la experiencia en el propio CIFEA en este cultivo, se pretende realizar un control biológico de las plagas. Hemos comprobado en los años previos que en nuestras condiciones climáticas áridas se puede realizar el cultivo sin tratamientos fitosanitarios, no hay problemas significativos de enfermedades fúngicas ni de plagas, ya que las más importantes como pulgones o araña, son susceptibles de control biológico mediante la suelta de auxiliares. Se han seguido las siguientes normas en relación con los tratamientos fitosanitarios:

- Con el objetivo de disminuir el consumo de fitosanitarios y evitar la posible contaminación por los mismos, se realiza su aplicación cuando se supere el umbral de daños o de plaga recogido en las normas de producción integrada. En 2018 no se ha realizado ningún tratamiento.
- Solo se emplean productos recogidos en las normas de producción integrada, productos autorizados por el MAPA, a las dosis autorizadas y siguiendo en todo momento las normas del fabricante.
- Se emplean las materias activas de menor categoría toxicológica, de menor persistencia en el medio ambiente y de menor peligro para el medio ambiente. Así mismo las materias activas se rotan para evitar resistencias. Además a la hora de realizar el tratamiento se tiene en cuenta los posibles daños a abejas y a otra fauna auxiliar.
- Los tratamientos se realizan por personal cualificado, con los equipos de protección adecuados y con maquinaria en perfectas condiciones. Se evita tratar en días con viento o lluvia que dispersen las aplicaciones.
- A la hora de realizar tratamientos herbicidas estos solo se realizan estrictamente cuando sean necesarios, con productos recogidos en las normas de producción integrada.

- Los tratamientos con agroquímicos se realizan en condiciones climatológicas favorables para evitar la dispersión a zonas colindantes y que puedan afectar a la flora y fauna silvestre de la zona.

4.11. Datos climáticos. Incidencias: Estación próxima SIAM.

Se dispone de una estación meteorológica en el CIFEA perteneciente a AEMET. Pero para tener los datos de las horas frío, que son muy importantes en el caso de la floración de los frutales, se usan los datos de la estación del SIAM de Torre-Pacheco TP91 que está 2 km al noroeste, y una cota 10 m superior.

ESTACION	AÑO	TMED (° C)	HRMED (%)	PREC (mm)	ETO_PM_FAO (mm)	HORAS < 0º	HORAS < 7º
TP91	2006	17,9	69	198	1.117	4	460
TP91	2007	17,6	67	302	1.122	0	472
TP91	2008	17,5	66	316	1.166	0	488
TP91	2009	17,7	66	489	1.165	1	532
TP91	2010	17,1	66	373	1.125	14	549
TP91	2011	17,9	66	193	1.159	6	452
TP91	2012	17,1	63	227	1.206	1	923
TP91	2013	17,4	61	174	1.276	0	545
TP91	2014	18,3	62	166	1.329	3	331
TP91	2015	17,9	65	257	1.284	0	533
TP91	2016	17,7	65	370	1.266	0	368
TP91	2017	17,5	64	165	1.264	1	660
Media		17,6	65,2	269,1	1206,4	2,5	526,1

Tabla nº 5. Características climáticas de la estación meteorológica de Torre-Pacheco.

Los datos medios de los últimos 12 años, nos dan un clima prácticamente libre de heladas, por lo que no se espera haya problemas con la producción de almendra en este sentido.

4.12. Diseño estadístico y características de las parcelas demostración.

Se plantan las filas 9, 10 y 11 dejando la 12 de borde. Las filas 8 y 9 que se plantan primero se hacen bloques de 8 árboles, que son iguales de grandes que los de 4 del ensayo de planta a raíz desnuda que estaban a 2 m entre árboles.

Fila	Nº arbo	Borde	Bloque1	Bloque2	Bloque3	Bloque4	Bloque5	Bloque6	Borde
9	52	BB	00000000	11111111	22222222	33333333	44444444	55555555	BB
10	54	BB	77777777	00000000	00000000	11111111	22222222	33333333	BBBB

La fila 11 que se planta días más tarde por la interrupción de la nevada y las lluvias, se completa con bloques de 5 árboles con la siguiente distribución:

Fila	Nº arbo	Borde	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5	Bloque 6	Bloque 7	Bloque 8	Bloque 9	Borde
11	56	BB	44444	55555	77777	33333	44444	55555	77777	11111	22222	BBBB

En total tenemos 21 bloques: 7 tratamientos por 3 repeticiones.

El diseño queda de la siguiente manera:

Ensayo patrones francos										
Fila 8	Fila borde									
Fila 9	0	1	2	3	4	5	0	0		
Fila 10	7	0	0	1	2	3	0	0		
Fila 11	4	5	7	3	4	5	7	1	2	

Fila 12	Fila borde
Camino al este	

Tabla nº 6. Distribución espacial de las variedades en 2018.

0 `Garrigues´: 1 `Marinada´, 2 `Constantí´, 3 `Vairo´, 4 `Belona´, 5 `Lauranne´, 6 `Colorada´, 7 `Antoñeta´.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1. Parámetros evaluados.

Los parámetros evaluados o que se irán evaluando en años sucesivos en las parcelas demostrativas son:

- Crecimiento de los árboles (altura de la copa, diámetro del tronco y diámetro de la copa).
- Control de la época de floración.
- Control de la fructificación (época de maduración).
- Control de las plantas (estado fitosanitarios de los árboles).
- Control de la recolección y postrecolección (cantidad de cosecha y escandallo).
- Control postcosecha: peso total de la almendra sin descascarar, el calibre medio, el rendimiento al descascarado, así como la apariencia y calidad de la pepita.

5.2. Controles en crecimiento vegetativo y patologías.

En marzo de 2019, en el comienzo del tercer año de ensayo y con los árboles en periodo juvenil, se realiza la medición de la altura de la copa y diámetro del tronco por encima (E) y

por debajo (D) del injerto en todos los árboles ensayados, reflejándose los datos medios obtenidos a continuación:

MEDICIONES (m la altura y cm el ϕ)	PATRONES SEGÚN CROQUIS POR FILAS Y VARIEDADES								
VARIEDAD	0	1	2	3	4	5			
FILA 9									
Altura de la copa	2,8	2,8	2,7	2,6	2,8	2,5			
Diámetro del tronco E (encima injerto)	5,63	5,78	5,10	4,83	5,10	4,42			
Diámetro del tronco D (debajo injerto)	4,63	4,88	4,47	4,31	4,32	4,05			
VARIEDAD	7	0	0	1	2	3			
FILA 10									
Altura de la copa	3,0	2,8	3,0	3,2	3,0	2,5			
Diámetro del tronco E (encima injerto)	5,20	5,98	5,91	6,08	5,24	4,48			
Diámetro del tronco D (debajo injerto)	4,70	4,82	4,96	4,92	4,50	4,10			
VARIEDAD	4	5	7	3	4	5	7	1	2
FILA 11									
Altura de la copa	2,4	2,7	2,9	3,0	2,9	2,9	2,7	3,0	3,1
Diámetro del tronco E (encima injerto)	4,74	4,72	5,12	5,20	5,47	5,50	5,07	5,64	5,20
Diámetro del tronco D (debajo injerto)	4,00	4,25	4,55	4,97	4,77	4,87	4,57	4,70	4,68

Tabla nº 7. Resultados de crecimiento vegetativo de las variedades de almendro ensayadas como patrones en siembra directa (marzo de 2019).

Las variedades son: 0 'Garrigues': 1 'Marinada', 2 'Constantí', 3 'Vairo', 4 'Belona', 5 'Lauranne' y 7 'Antoñeta'.

El estado vegetativo de los almendros en marzo de 2019 es bueno, prácticamente sin incidencia de plagas o enfermedades.

MEDICIONES (m la altura y cm el ϕ)	VALORES MEDIOS SEGÚN PATRONES						
VARIEDAD	0	1	2	3	4	5	7

Altura de la copa	2,86	3,00	2,93	2,70	2,70	2,70	2,87
Diámetro del tronco E (encima injerto)	5,84	5,83	5,18	4,84	5,10	4,88	5,13
Diámetro del tronco D (debajo injerto)	4,80	4,83	4,55	4,46	4,35	4,39	4,61

Tabla nº 8. Resultados de crecimiento vegetativo medios de las variedades de almendro ensayadas como patrones en siembra directa (marzo de 2019).

Los datos medios obtenidos esta primera anualidad se reflejan en la tabla anterior e indican que la variedad 'Garrigues' empleada tradicionalmente como patrón franco de almendro se perfila como una de las que mayor vigor imprimen al árbol, pero seguida muy de cerca por la variedad 'Marinada', y a mayor distancia 'Constantí' que también se perfilan como buenos patrones. Las que peor aptitud parecen tener en siembra directa para transferir vigor al árbol, con la salvedad de que se trata de la primera anualidad, son las variedades 'Vairo' y 'Belona' y con una aptitud intermedia estarían 'Lauranne' y 'Antoñeta'.

5.3. Controles en floración.

En relación con la floración, se realizaron fotografías durante estos dos y en los periodos que van desde la apertura de las yemas hasta la caída de las flores. Se ha podido comprobar es que existen diferencias significativas en la misma variedad entre años, como consecuencia principalmente de la mayor o menor rapidez en la entrada de la temperatura necesaria para la floración. Este año 2019 la floración va adelantada como consecuencia de las buenas condiciones climáticas, con los meses de diciembre y enero más cálidos de la década.



Fotos nº 7 y 8. Floración de la variedad `Constantí` sobre patrón `Marinada` en siembra directa el 06/02/2019 y el 22/02/2019.



Fotos nº 9 y10. Floración de la variedad `Constantí` sobre patrón `Constantí` en siembra directa el 06/02/2019 y el 22/02/2019.



Fotos nº 11 y 12. Floración de la variedad `Constantí` sobre patrón `Vairo` en siembra directa el 06/02/2019 y el 22/02/2019.



Fotos nº 13 y 14. Floración de la variedad `Constantí` sobre patrón `Belona` en siembra directa el 06/02/2019 y el 22/02/2019.



Fotos nº 13 y 14. Floración de la variedad `Constantí` sobre patrón `Lauranne` en siembra directa el 06/02/2019 y el 22/02/2019.

Como se observa en las fotografías, los patrones ensayados en siembra directa de semilla, sin trasplante, transmiten un buen vigor a la variedad `Constantí`, que puede clasificarse como muy vigorosa y por lo mismo muy productiva, destacando el buen crecimiento observado a pesar de emplear cantidades mínimas de riego.

5.4. Ciclo productivo: calendario de recolección.

La recolección se realiza de forma manual por la pequeña dimensión del ensayo, por medio de vareado y teletas de recogida. Se mete la almendra en sacos y se pela, se seca al sol, se pesa y por último se escandalla. La recolección se realiza con la cáscara de la almendra abierta, al objeto de no dañar el árbol con un vareo agresivo y de que sea más fácil el

descascarado; pero intentando que no esté demasiado abierta para que no haya mucha caída al suelo previa a la recolección.

Como se ha dicho, la recolección se realiza cuando la cáscara se desprende con facilidad de la piel o corteza, es decir, se encuentra la mayor parte del fruto con la cáscara abierta. Para su recogida, que se realiza árbol a árbol de forma independiente, se utilizan telas rectangulares de 5 x 8 m de fibra de polietileno. Con posterioridad se les quita la cáscara con máquina peladora eléctrica, de forma independiente por árbol, se realiza el secado en pista al sol durante unos dos días hasta que el grano está por debajo del 6% de humedad, se obtiene la producción de cada árbol por variedad y tipo de poda en kg de almendra en cáscara. En estas primeras anualidades se recolecta a mano por el pequeño tamaño de los árboles y lo reducido de la cosecha.

También se realiza el escandallo por cada árbol con lo que se obtiene el rendimiento y la producción neta en kg de pepita por árbol. Se evalúa la calidad de la pepita según peso medio del grano, número de dobles y de granos manchados.

La variedad `Constantí` en la Comarca del Campo de Cartagena se recolecta hacia el 31 de agosto. Es muy sobresaliente la precocidad en la entrada en producción, ya que el segundo año desde el trasplante ya se recogió cosecha, no evaluada por ser en muy pequeña cantidad. Se necesitarán varios años de recolección para poder confirmar en estas condiciones si se puede ir a plantaciones con este marco superintensivo en terrenos fértiles.

La variedad `Constantí`, se eligió para ensayar los patrones por su uniforme y constante producción. Es una variedad muy productiva, árbol erecto que ramifica poco y se adapta muy bien a la no poda, formándose muy proporcionado de forma natural. Floración y cuajados muy abundantes, pero al final tiene que purgar la parte de la cosecha que no puede. La floración es más temprana que la mayoría de las ensayadas y la recolección media. Cae muy bien y poco de forma anticipada. La almendra es muy dura y el despellejado muy bueno. Lo peor de esta variedad, la calidad de la pepita, que son pequeñas y el rendimiento que es bajo.

En resumen, `Constantí` es una variedad con buena capacidad productiva, vigorosa y, aparentemente, bien adaptada al cultivo en secano. Floración tardía, autofértil, con un buen nivel de autogamia. Fácil de formar y podar. Buen fruto. Tolerante a “mancha ocre” y sensible a “fusisocum”. Para favorecer la polinización cruzada puede asociarse por la época de floración con ‘Vairo’, ‘Francolí’, ‘Glorieta’, etc.

5.5. Resultados de divulgación.

A lo largo de las anualidades estudiadas, se han realizado diversas actividades de divulgación, principalmente prácticas con alumnos del CIFEA, del ciclo formativo de grado medio de producción agropecuaria y del ciclo formativo de grado superior de paisajismo y medio rural.

En mayo de 2019 se recibió una visita de técnicos e investigadores del CEBAS y de productores de almendra para comprobar la viabilidad del sistema de alta densidad.



Foto nº 10. Visita técnicos del CEBAS y agricultores (07/05/2019).

En mayo de 2019 se difundió el ensayo en TV 7, ofreciendo la noticia como un cultivo alternativo con menor gasto de agua y nitrógeno y viable en agricultura ecológica.



Foto nº 11. Entrevista en TV 7 a técnico del CIFEA sobre el ensayo (27/05/2019).