

INFORME ANUAL DE RESULTADOS

Parcela demostrativa de patrones de almendro en siembra directa en alta densidad

AÑO: 2020

CÓDIGO PROYECTO: 20CTP1_8

Área:	FRUTICULTURA
Ubicación:	Torre-Pacheco (Murcia)
Coordinación:	José Méndez, CIFEA Torre Pacheco
Autores:	Plácido Varó, Joaquín Navarro, Alejo Rodríguez y Ricardo Gálvez. CIFEA Torre-Pacheco.
Duración:	Enero - Diciembre 2020
Financiación:	Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia 2014-2020



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural

“Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa invierte en las zonas rurales”

Contenido

1. RESUMEN.	3
2. OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN.	4
3. MATERIAL Y MÉTODOS.	5
3.1. Cultivo y variedades, características generales.....	5
3.2. Ubicación del proyecto y superficie.	5
3.3. Diseño estadístico y características de las parcelas demostración.....	6
3.4. Características del agua, suelo y clima.....	7
3.5. Preparación suelo, marco y densidad de plantación. Sistema de formación y/o entutorado. .	10
3.6. Riegos y abonados.....	10
3.7. Tratamientos fitosanitarios y control de malas hierbas.	10
3.8. Análisis realizados.	11
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
4.1 Parámetros y controles realizados.....	12
4.2 Medidas de humedad en suelo mediante sensores.	13
4.2 Controles en floración.....	15
4.3 Resultados de crecimiento vegetativo.....	16
4.2 Resultados: peso de la parte aérea y de las raíces.....	19
4.2 Resultados: problemas fitosanitarios.....	26
5. CONCLUSIONES.	27
6. ACTUACIONES DE DIVULGACION REALIZADAS.	29

1. RESUMEN.

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 por el ahorro en comprar los plantones a los viveros y facilidad de obtención.

El objetivo de la parcela demostrativa 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. Este sistema de plantación se está experimentando con éxito dado que se consigue un seto o muro frutal, de rápida entrada en producción y que se puede recolectar con cosechadoras.

Partimos de la hipótesis de que 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 y presumiblemente más productivos y más resistentes a la sequía.

Otro objetivo es comprobar si para su empleo como semilla otras variedades de almendra se comportan mejor que la `Garrigues`, especial respecto la resistencia al déficit hídrico y al déficit de fertilización nitrogenada. 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, en consonancia con la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor.

Se continúa en 2021 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.

Durante el año 2021 se han llevado a cabo las prácticas de cultivo, con el mínimo empleo de fertilizantes y fitosanitarios, así como de agua de riego. La recolección no ha podido ser cuantificada por un importante ataque de cotorras argentinas que tienen una importante colonia en los parques municipales próximos y provocaron importantes daños. También se han producido daños por enfermedades fúngicas, al estar los árboles muy juntos y poco aireados, aplicar pocos tratamientos dentro de la filosofía de bajo empleo de inputs del Centro y ser un año excepcionalmente húmedo. Por todo ello se ha decidido terminar el ensayo, no sin antes cuantificar el peso de la parte aérea y de las raíces de todos los árboles, así como el diámetro del tronco.

La finalidad del ensayo era ofrecer con el cultivo del almendro en alta densidad, con formación en seto y patrones en siembra directa una alternativa viable a otros cultivos con mayor consumo de agua, fertilizantes y fitosanitarios en una Comarca donde 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.

Por los problemas antedichos, principalmente enfermedades fúngicas y secundariamente una plaga de cotorras, no se ha llegado al resultado esperado que permita afirmar que este tipo de plantación

superintensiva en seto y con bajo consumo de inputs es más favorable que la plantación tradicional en vaso. Los costes de implantación son mayores y requiere de más inputs que el cultivo tradicional, en especial tratamientos fitosanitarios.

Respecto al manejo eliminando 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 reducción del abonado y el riego, se puede decir que se ha adaptado bien y ha mantenido la vegetación con muy poca agua, con la salvedad de que solo tenemos datos de producción de una anualidad.

En lo que respecta al empleo de siembra directa, con respecto al trasplante de vivero no se han observado diferencias significativas de producción, si bien es cierto que el periodo de duración del ensayo ha sido muy breve y las condiciones de fertilidad del suelo muy buenas como para dar lugar a diferencias. Que sí podrían darse en secano por observar una mayor capacidad pivotante de las raíces en la siembra directa de semillas.

2. OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN.

La superficie total de almendro en la Región de Murcia ha subido en los últimos años, por considerar al almendro como un cultivo rentable, favorecido por varios años de buenos precios debido al incremento mundial de su consumo y 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, los bajos aportes hídricos y la creciente demanda del producto, pueden facilitar una alternativa a los cultivos actuales.

Nos planteamos el ensayo de patrones empleando siembra directa de variedades de almendro, con riego localizado a goteo, en alta densidad, buscando la precocidad en la entrada en producción, y tratando el almendro como 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 algunas variedades como patrón en el Campo de Cartagena, así como ensayar el cultivo en alta densidad. 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.

En la anualidad 2020 se ha evaluado la resistencia al déficit hídrico y al déficit de fertilización nitrogenada, cortando riegos y fertilización. 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.

3. MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1. Cultivo y variedades, características generales.

Se continua en el 2020 el ensayo iniciado en 2017, que consiste en analizar el comportamiento como patrón de las semillas de 7 variedades de almendro autocompatibles frente al testigo 'Garrigues' que es la almendra más usada en los viveros tradicionales de Murcia.

Las variedades seleccionadas son:

0 'Garrigues', 1 'Marinada', 2 'Constantí', 3 'Soleta', 4 'Belona', 5 'Lauranne', 6 '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	'Soleta'	CITA	Si	Tardía
4	'Belona'	CITA	Si	Tardía
5	'Lauranne'	INRA	Si	Tardía
6	'Antoñeta'	CEBAS	Si	Tardía

Origen de los patrones ensayados en siembra directa.

La plantación se realizó con acolchado de tela cubresuelos negra de 125 g/m² de 1,8 m de anchura con 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. En cada puesto de plantación se emplearon 3 almendras, dejando la que tenía mejor desarrollo y eliminando los otros. Esta planta se limpió de brotes axilares sólo en los primeros 15 cm, para preparar el tronco para recibir el injerto.

3.2. Ubicación del proyecto y superficie.

Se ubica en el CIFEА de Torre Pacheco. La referencia del SIGPAC del CIFEА, es Polígono 19 parcela 9000.

Se trata de una parcela con una superficie total de 1300 m², en la que se disponen 5 filas de árboles separadas 4 metros y con las plantas separadas 1 m. 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 densidad es de 2.500 plantas/hectárea. 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 pretende es un rápida entrada en producción.



Ubicación del ensayo de patrones francos de semilla.

3.3. Diseño estadístico y características de las parcelas demostración.

Se plantaron las filas 9, 10 y 11 dejando las 8 y 12 de borde.

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			
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	66666	77777	88888	99999	66666	77777	88888	11111	33333	BBBB

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



El diseño queda de la siguiente manera:

Ensayo patrones francos siembra directa									
Fila 8	Fila borde								
Fila 9	0	1	2	3	4	5			
Fila 10	7	0	0	1	2	3			
Fila 11	4	5	7	3	4	5	7	1	2
Fila 12	Fila borde								
Camino al este									

Distribución espacial de las variedades en 2020.

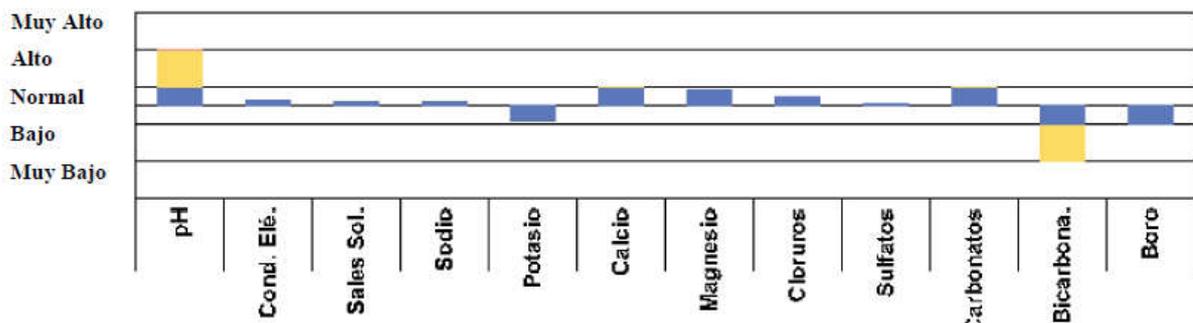
0 `Garrigues`: 1 `Marinada`, 2 `Constantí`, 3 `Vairo`, 4 `Belona`, 5 `Lauranne`, 6 `Colorada`, 7 `Antoñeta`.

3.4. Características del agua, suelo y clima

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, desalobradoras y una pequeña parte de aguas depuradas. Se ha realizado un análisis en laboratorio especializado del agua procedente del embalse, con los resultados que se reflejan a continuación.

ANÁLISIS DE AGUA

1.-NIVELES



2.- SALINIDAD

Esta agua presenta una concentración de sales normal, 0,67 gramos/litro.

3.- TOXICIDAD POR BORO

El nivel de este micronutriente es normal.

4.- CONTAMINACIÓN POR NITRÓGENO

Para esta agua, la cantidad de nitrógeno es baja.

5.- ÍNDICES

El valor del Índice de Scott es 10,59 y el valor de la Conductividad Eléctrica es 1,11, por lo que el agua es de buena calidad.

Basándose en la generalidad de los suelos de la zona y para un cultivo sin determinar, se presenta el siguiente cuadro resumen, que puede ser útil para obtener una fertilización controlada.

NUTRIENTE	APORTES AGUA DE RIEGO	CANTIDAD APORTADA POR 1.000 M ³ DE RIEGO	APORTES DEL SUELO	APLICACIÓN EN FERTILIZACIÓN
Nitrógeno	INSIGNIFICANTE	-	SI	SI
Fósforo	INSIGNIFICANTE	-	SI	SI
Potasio	SI	7.4 Kg. de K ₂ O	SI	SI
Calcio	SI	74.0 Kg. de CaO	SI	NORMALMENTE NO
Magnesio	SI	47.7 Kg. de MgO	SI	NORMALMENTE NO
Boro	SI	0.50 Kg. de B	SI	DEP. CULTIVO

ANÁLISIS DE SUELO:

Los suelos son profundos, con una textura limosa-arcillosa, un contenido de materia orgánica bajo (1,7%) y baja salinidad.

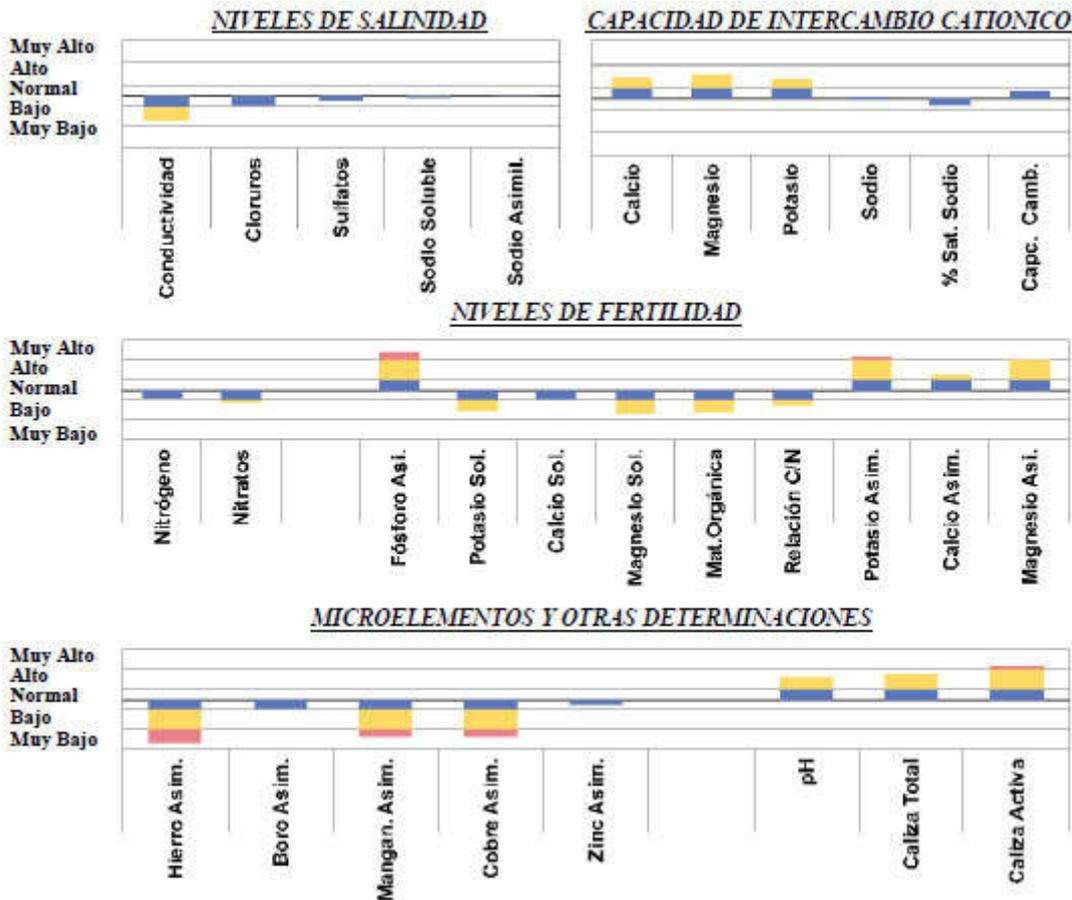
****TEXTURA (USDA)(SUE0008) : Franco-Arcillo-Limosa***



Distribución de la textura del suelo.

El informe sobre los resultados de análisis del suelo consta de los siguientes apartados:

1.-NIVELES



Niveles de los principales parámetros del suelo.

2.- CONSIDERACIONES FINALES

Salinidad: No salino. Los iones más tóxicos, Sodio y Cloruros se encuentran en una concentración normal. La sodicidad del suelo o saturación de sodio es normal.

Fertilidad: De los datos observados en la tabla de fertilidad, el nitrógeno, presenta un nivel normal, así como el valor de la materia orgánica es bajo, para este tipo de suelo; el nitrógeno nítrico, bajo esta fracción de nitrógeno es bastante fluctuante. El fósforo asimilable toma un valor muy alto. Potasio asimilable, presenta valor muy alto.

Otras determinaciones: destacar, que es un suelo medio, con contenido alto de caliza y con pH alto.

3.5. Preparación suelo, marco y densidad de plantación. Sistema de formación y/o entutorado.

Se planteó en 2017 hacer un ensayo de patrón franco de semilla de almendro para no trasplantarlo e injertarlo directamente en campo. Las filas están a 4 m y entre árboles se deja una distancia de 1 m.

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

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 pretendía obtener en siembra directa, la conducimos de forma libre a eje central, es decir no se despuntó la planta para formar brazos, sino como la densidad es muy alta, con árboles separados 1 m, obtuvimos una fila densa, un seto.

3.6. Riegos y abonados.

Con una separación entre goteros de 2,2 l/hora de 0,35 m, se creó una banda continua de humedad. La tela cubresuelos evitó la nascencia de vegetación adventicia, y al reducir la evaporación de agua de la superficie del suelo ahorra agua de riego y 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 instalaron 4 sensores, tres en la zona de riego a 20, 40 y 80 cm de profundidad y otro en la calle seca 40 cm. Estos sensores nos miden el contenido volumétrico de humedad desde suelo saturado hasta totalmente seco.

Se redujo el riego a niveles mínimos, equiparables a riego deficitario controlado, teniendo en cuenta la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor, así como se eliminó el aporte de abonos nítricos para reducir la lixiviación de nitratos, por el hecho de estar ubicado el ensayo en Zona Vulnerable.

La dosis de riego aplicada durante esta anualidad 2020 ha sido de apenas 300 m³/ha, frente a los 1.500 del año 2019. Se decidió cortar el riego para forzar el desarrollo radicular ante la perspectiva de arrancar este año la plantación, ya que no se apreciaban diferencias significativas entre patrones y hubo problemas importantes de cotorras y de hongos por solape de ramas y sombreado excesivo.

No se realizó abonado alguno a partir de marzo de 2020, ante la perspectiva de arranque, a pesar de lo cual las plantas se desarrollaron bien con el abonado N-P-K inicial.

3.7. Tratamientos fitosanitarios y control de malas hierbas.

Los únicos tratamientos fitosanitarios han sido los de invierno, a base de cobre.

El control de malas hierbas ha sido mecánico, con 3 o 4 laboreos entre calles.



Laboreo entre calles y malla cubresuelos 04/06/2020.

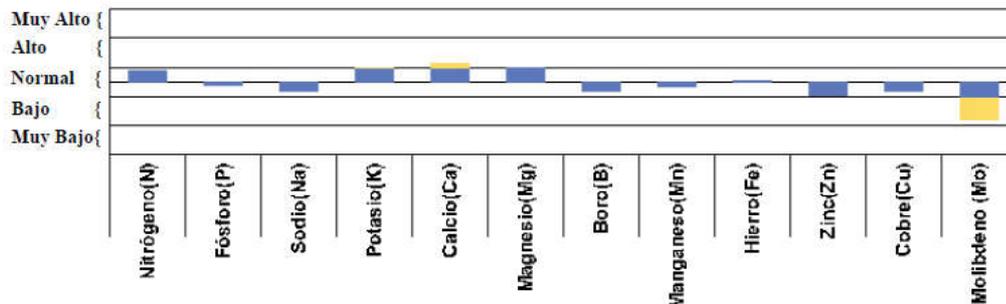
3.8. Análisis realizados.

Se realizó un análisis foliar en junio de 2020 con los siguientes resultados:

Determinaciones (Parameters)	Método (Method)	Unidades (Units)	Resultado (mues seca) (Result) (dried sampl)	Incert. (Uncert.)	LC (LQ)
*Nitrógeno (N)	ALI0035	(%)	2.9	± 0.4	0.08 (%)
*Fósforo (P)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	0.18	± 0.04	0.025 (%)
*Potasio (K)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	3.0	± 0.6	0.13 (%)
*Calcio (Ca)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	3.35	± 0.67	0.13 (%)
*Magnesio (Mg)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	0.5	± 0.1	0.13 (%)
*Sodio (Na)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	< 0.13	--	0.13 (%)
Boro (B)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	38.5	± 6.2	3.0 (mg/kg)
Manganeso (Mn)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	87	± 14	1.0 (mg/kg)
*Hierro (Fe)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	132	± 26	2.0 (mg/kg)
Zinc (Zn)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	26.8	± 5.1	2.0 (mg/kg)
Cobre (Cu)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	8.2	± 1.6	1.0 (mg/kg)
Molibdeno (Mo)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	0.084	± 0.014	0.08 (mg/kg)

El informe agronómico resultante del análisis foliar es el siguiente:

1.- NIVELES.



2.- ESTADO DE LOS MACROELEMENTOS.

Presentan desequilibrio con niveles por encima de los óptimos en: Potasio(K), Calcio(Ca).

MACRONUTRIENTE	NIVELES OPTIMOS (% S.M.S.)	NIVEL EN HOJA
Nitrógeno (N)	2.20 - 3.00	NORMAL
Fósforo (P)	0.10 - 0.30	NORMAL
Potasio (K)	1.40 - 3.00	ALTO
Calcio (Ca)	1.50 - 3.00	ALTO
Magnesio (Mg)	0.20 - 0.50	NORMAL
Sodio (Na)	< 0.25	NORMAL
Cloruros		
Azufre (S)		

3.- ESTADO DE LOS MICROELEMENTOS.

Presentan desequilibrio con niveles por debajo de los óptimos en: Molibdeno (Mo).

MICRONUTRIENTE	NIVELES OPTIMOS (ppm S.M.S.)	NIVEL EN HOJA
Boro (B)	30 - 80	NORMAL
Manganeso (Mn)	25 - 200	NORMAL
Hierro (Fe)	60 - 200	NORMAL
Zinc (Zn)	25 - 100	NORMAL
Cobre (Cu)	4 - 25	NORMAL
Molibdeno (Mo)	0.2 - 3	BAJO

Los niveles son altos en potasio y calcio y normales en nitrógeno y magnesio. Para la reducida fertilización que se ha aplicado, permite considerar que el almendro es una especie muy eficiente en la absorción de nutrientes.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Parámetros y controles realizados.

Los parámetros evaluados en las parcelas demostrativas en 2020 son:

- Crecimiento de los árboles (altura de la copa, diámetro del tronco y diámetro de la copa).
- Control de humedad en el suelo.
- Control de la floración.
- Control de las plantas (estado fitosanitarios de los árboles).
- Control de árboles arrancados (peso de la parte aérea y peso de las raíces).

4.2 Medidas de humedad en suelo mediante sensores.

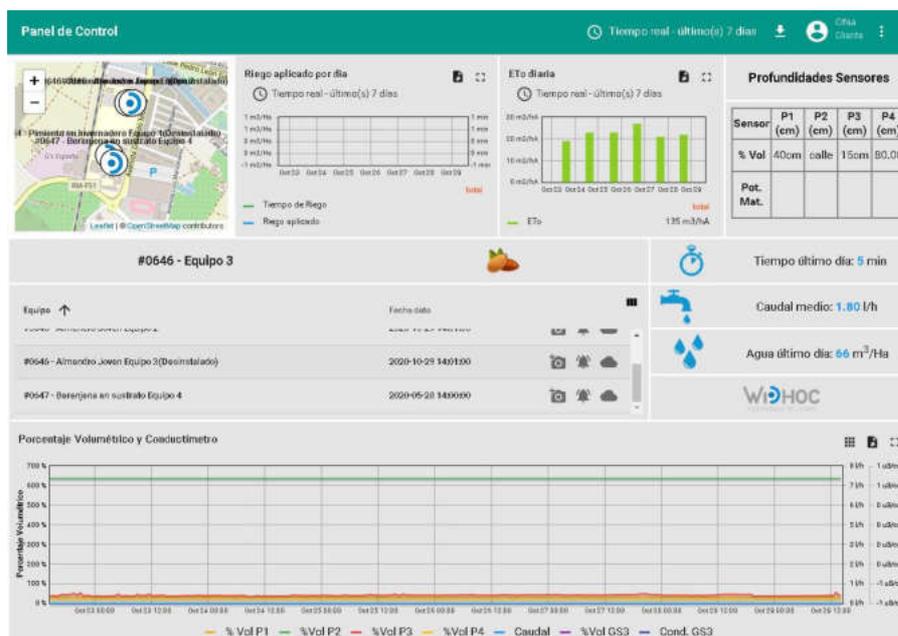
Se instaló un datalogger con 4 sensores para la medida de la humedad en suelo, tres de ellos en la línea de goteros, bajo el plástico a profundidades de 20cm (P3), 40 cm (P1) y 80 cm (P4) y otro en el centro de la calle a 40 cm (P2). Su objetivo es programar el riego de la manera más eficiente posible, en cuanto a la cantidad de agua a aplicar y el número de riegos necesarios.



Sensores colocados en la parcela y datalogger alimentado por placa solar.

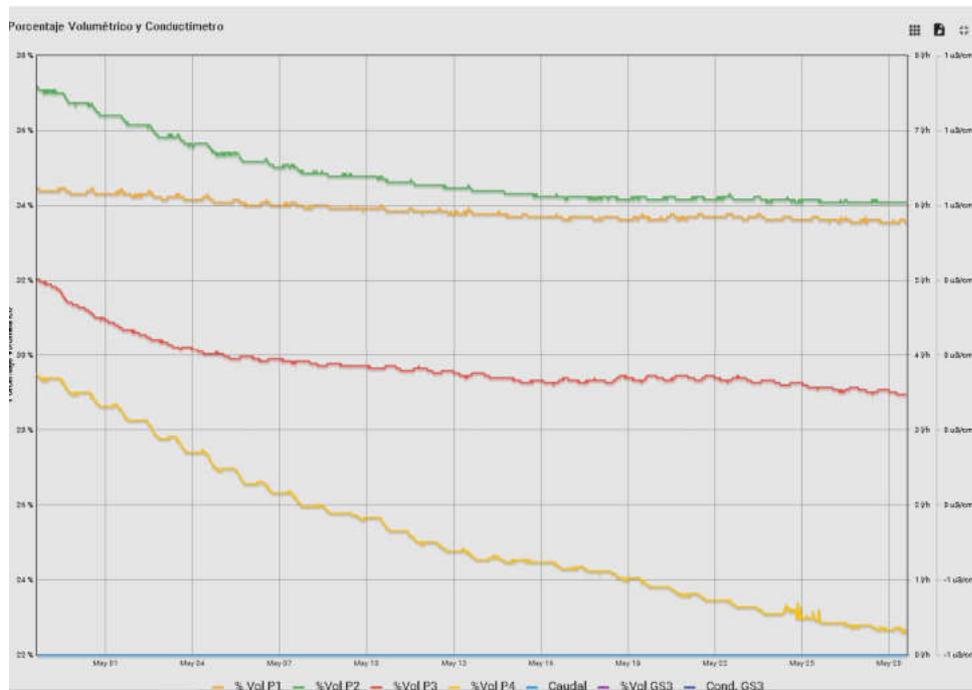
El dispositivo ofrece en tiempo real y para un periodo de hasta 30 días el riego aplicado y la evapotranspiración. Para disponer del dato de agua aplicada, se ha colocado un contador en una de las filas de la tubería portagoteros, de manera que se puede calcular el caudal aplicado a toda la parcela.

En la figura, que representa el panel de control del dispositivo, se observa cómo no se produjeron riegos en octubre de 2020:

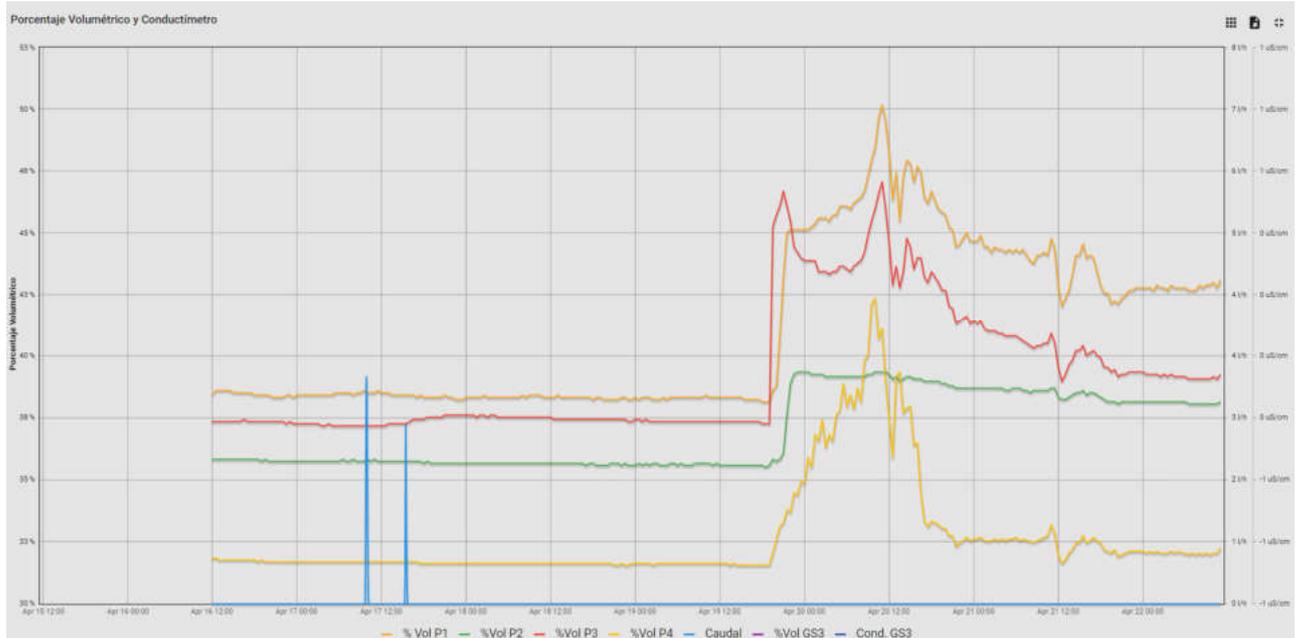


Se obtienen unas gráficas que reflejan el porcentaje volumétrico en un periodo de tiempo y que nos dan unos picos indicativos de una subida de la humedad en el suelo tras los riegos, que luego se estabilizan hasta una recta o meseta que indica precisamente la capacidad de campo del suelo, o punto óptimo de contenido de agua para su utilización por las plantas.

En la siguiente gráfica se observa la importante disminución del porcentaje volumétrico de agua en el suelo tras dos meses sin regar en el mes de mayo de 2020, a consecuencia de la elevada demanda de los árboles en estas fechas.



En la siguiente gráfica se observa el importante incremento del porcentaje volumétrico de agua en el suelo en las cuatro sondas instaladas tras unas copiosas lluvias en el mes de abril de 2020, estabilizándose después los porcentajes de humedad.



Porcentaje volumétrico en el suelo tras las lluvias de mediados de abril de 2020.

El sensor P4 es el de color amarillento y es el que se encuentra en la parte inferior de la gráfica, está situado bajo la línea de goteros y a 80 cm de profundidad. Es el que más tarde se encuentra afectado por la lluvia, cuando esta percola a capas más profundas y entonces empieza a subir el contenido volumétrico en el suelo. El sensor P2 (verde) es el situado entre las calles.

4.2 Controles en floración.

En relación con la floración, se realizaron fotografías durante el periodo que va desde la apertura de las yemas hasta la caída de las flores. La importancia de este seguimiento radica en la necesidad de disponer de datos de floración por el empleo de estas variedades en zonas con riesgo de heladas. Lo que 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.



Floración de la variedad `Constantí` el 28/02/2020 sobre 4 patrones diferentes

Como se observa en las fotografías, los patrones ensayados transmiten una precocidad similar a la variedad `Constantí`, no habiéndose apreciado diferencias significativas.

4.3 Resultados de crecimiento vegetativo.

En septiembre de 2020, en el cuarto 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 el ø copa y cm el ø)	PATRONES SEGÚN CROQUIS POR FILAS Y VARIEDADES								
VARIEDAD	0	1	2	3	4	5			
FILA 9									
Altura de la copa	4,5	4,5	4,5	4,4	4,6	4,4			
Diámetro de la copa	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,2			
Diámetro del tronco E (encima injerto)	7,4	7,4	6,7	5,8	7,1	6,3			
Diámetro del tronco D (debajo injerto)	8,8	9,8	7,8	6,7	7,9	7,2			
VARIEDAD	7	0	0	1	2	3			
FILA 10									
Altura de la copa	4,5	4,3	4,5	4,4	4,4	4,2			
Diámetro de la copa	1,1	1,1	1,1	1,2	1,0	1,0			
Diámetro del tronco E (encima injerto)	7,4	7,2	8,0	7,7	6,8	6,0			
Diámetro del tronco D (debajo injerto)	8,2	8,9	9,1	9,3	8,0	6,5			
VARIEDAD	4	5	7	3	4	5	7	1	2
FILA 11									
Altura de la copa	4,0	4,2	4,2	4,2	4,4	4,5	4,4	4,5	4,5
Diámetro de la copa	1,2	0,9	1,0	1,1	1,0	1,4	1,2	1,2	1,1
Diámetro del tronco E (encima injerto)	6,4	6,8	7,0	6,4	6,8	7,4	7,0	7,0	7,4
Diámetro del tronco D (debajo injerto)	7,4	7,3	7,8	7,0	7,5	7,9	8,1	8,5	8,1

Resultados de crecimiento vegetativo del ensayo de patrones siembra directa (septiembre de 2020).

La medida del diámetro por encima del injerto se toma a 20 cm de este y la medida por debajo a 10 cm del mismo, ya que sólo está a unos 15 cm del suelo. Los valores de altura se dan en metros y los valores de diámetro en centímetros.

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 septiembre de 2020 es bueno, prácticamente sin incidencia de plagas o enfermedades.

MEDICIONES (m la altura y cm el \varnothing)	VALORES MEDIOS SEGÚN PATRONES						
	0	1	2	3	4	5	7
Altura de la copa	4,43	4,47	4,47	4,27	4,33	4,37	4,37
Diámetro de la copa	1,17	1,2	1,06	1,07	1,07	1,17	1,1
Diámetro del tronco E (encima injerto)	7,4	7,37	6,97	6,07	6,76	6,83	7,13
Diámetro del tronco D (debajo injerto)	8,93	9,2	7,97	6,73	7,6	7,47	8,03

Resultados de crecimiento vegetativo medios de las variedades de almendro ensayadas como patrones en siembra directa (septiembre de 2020).

Realizado el análisis de la varianza de todos los datos obtenidos para un nivel de significación del 5%, se concluye que no hay diferencias significativas para ninguno de los parámetros estudiados en ninguna de las variedades empleadas como patrón en siembra directa, que permitan afirmar que alguna de ellas imprime mayor vigor al árbol y por consiguiente es mejor patrón. Hay que tener en cuenta que solo tenemos tres años de crecimiento y que muy probablemente se atenúen las diferencias en semillas por el factor de pérdida de pureza al entrar polen de otra variedad.



Estado general del ensayo de patrones siembra directa (28/02/2020).

A fecha de enero de 2021, el estado vegetativo de los almendros es deficiente, con incidencia de enfermedades a causa de una deficiente aireación del seto por la proximidad entre los árboles y a un año con muchas precipitaciones que ha favorecido el desarrollo de los hongos. Se han visto hojas afectadas por Roya, Mancha ocre y Cribado y frutos afectados por cribado y Xantomonas, lo que ha dado lugar a gomosis y pepitas afectadas no comercializables. El porcentaje de pepitas afectadas ha sido del entorno del 20%, lo que ha sido uno de los motivos que ha propiciado descartar este tipo de formación en seto de alta densidad en la Comarca.

Los árboles están sin regar desde abril de 2020, manteniéndose con las precipitaciones de primavera de 2019 y otoño de 2020 y las de enero de 2020.

4.2 Resultados: peso de la parte aérea y de las raíces.

En febrero de 2021 se procedió a arrancar la plantación ante la constatación de que en nuestras condiciones climáticas la formación en seto de alta densidad no sólo no produce más que la formación en vaso, sino que los árboles son más sensibles a las enfermedades criptogámicas, por presentar una deficiente aireación.



Ensayo previo al arranque 25/01/2021

Aprovechando el arranque se ha querido realizar la comprobación de si hay un crecimiento vegetativo diferencial entre los distintos patrones ensayados, para lo cual se ha pesado la parte aérea y las raíces, además de medir el diámetro al corte, a 5 cm del suelo y a 50 cm del suelo. Los resultados obtenidos se ven en las siguientes tablas.

Diámetro a 50 cm del suelo (datos en cm por árbol):

fila	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
9	4,7	6,5	8,9	8,1	6,8	7,9	7,5	2,3	1,6	9,5	5,7	7,5	5,5	7,9	4,6	6,8	7,4	6,7	6,8	7,3	5,8	6,5	5	6,4	6,5	5,9	5,6	1,7	7	6,2	6,5	7,4	5,4	7,5	5,9	6,4	6,2	6,3		7,4	3,7	6,1	6,3	5,7	4,5	6,9			
10			5,2	8,5	8,7		7,3	6,3	7,4	5,5	7,1	8,5	7	2	2,6	2,4	9,9	6,1	8		6	8,6	6,5	7,8	6,4	5,3	9,1	8,4		2,4	7,6	7,1	6,2	6,6	6,1	6,6	7	4,3	7,4	5,5	7,7	5,8	5,8	4,3	6	7,6	3		
11	6,3	6,6	5,7	5,9	6,4		6	5,7	6,9	6,5	6,7	6,6		7,2	7,6		6,6	7,2	7,3	6,4	3,5	7,5	6,8	7,7	6,5		9,4		5,5	7,4	7,5	6,3		5,7	5,4	7,5	7,3	6,2	6,8	6,8	7,4	6,1	7,8	7,3		2	2,6	2,9	2

FILAS	BLOQUES									
Fila 9	6,58	6,14	6,48	5,85	6,44	6,53				
Fila 10	7,20	6,07	7,56	6,61	6,21	5,74				
Fila 11	6,18	6,27	7,02	6,12	6,40	7,43	6,22	8,65	5,72	

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

Diámetro a 5 cm del suelo (datos en cm):

fila	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
9	6,2	8,2	9,8	10,6	8,7	8,8	9,5	3	2,5	12,6	7,3	10,7	9,6	9	4,6	8,3	9	7,3	8,9	8,8	7,1	8	6,5	8,1	7,9	7,2	6,9	2,5	7,7	7,4	8,2	8,7	6,6	9,1	7,5	8,1	8,2	8,3		9,3	4,7	8,7	8,3	6,7	6,2	8,2			
10			6,8	9,2	9		8,5	7,2	8,7	7,6	8,5	10,4	8,2	2,3	4,5	2,8	11,3	8,2	10,1		7,7	10,3	8,4	9,2	7,2	8,1	11,5	10,5		3,6	10,5	9,1	9,2	8,5	7,1	7,98	8,1	5	9,6	6,1	8,1	7	6,7	5,5	8	7,5	4,6		
11	7,3	7,5	7,3	7,5	7,2		7,4	7,3	7,5	8,3	7,3	7,6		8,1	8,1		7,9	8,6	8,6	8	4	8,7	8,5	8,7	8		9,4		6,9	8,9	8,8	7,4		7,6	6,8	9,8	9	8,4	9	8,5	8,8	7,6	8,4	8,3		2,6	3	3,1	2,5

FILAS	BLOQUES									
Fila 9	8,10	8,07	7,96	7,06	8,16	7,13				
Fila 10	8,14	7,57	9,56	8,64	7,70	6,77				
Fila 11	7,36	7,65	7,77	8,27	7,58	8,40	7,65	11,17	6,62	

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

Relación de peso de la parte aérea en kg con la sección del tronco en cm:

fila	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48		
9	0,43	0,65	0,5	0,58	0,53	0,53	0,53	0	0	0,37	0,4	0,6	0,41	0,55	0,26	0,44	0,8	0,49	0,52	0,55	0,46	0,52	0,46	0,49	0,52	0,46	0,5	0,55	0,57	0,49	0,56	0,45	0,55	0,48	0,53	0,56	0,49	0,5	0,33	0,53	0,46	0,3	0,35	0,51						
10		0,44	0,62	0,67		0,51	0,47	0,53	0,45	0,52	0,48	0,47		0,34	0,49	0,65	0,51	0,58		0,4	0,58	0,49	0,57	0,47	0,45	0,53	0,58		0,35	0,52	0,56	0,93	0,54	0,49	0,49	0,41	0,34	0,51	0,49	0,5	0,48	0,47	0,39	0,49	0,49	0,25				
11	0,4	0,49	0,43	0,46	0,47		0,42	0,48	0,48	0,49	0,47	0,5		0,55	0,56		0,49	0,48	0,49	0,5	0,23	0,39	0,57	0,56	0,54		0,63	0,39	0,52	0,51	0,49		0,39	0,22	0,56	0,51	0,42	0,46	0,48	0,52	0,52	0,45	0,53		0,38	0,23	0,39	0,45		

FILAS	BLOQUES									
Fila 9	0,47	0,38	0,53	0,46	0,51	0,41				
Fila 10	0,54	0,47	0,54	0,49	0,52	0,44				
Fila 11	0,45	0,47	0,52	0,49	0,46	0,51	0,40	0,61	0,29	

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

Las medias del conjunto de árboles arrojan los siguientes resultados:

Variedad	Ø 50 cm	Ø 5 cm	Peso parte aérea (kg)	Peso raíces (kg)	Peso aérea/sección
0 `Garrigues`	6,63	8,41	20,20	5,79	0,49
1 `Marinada`	7,13	9,29	19,40	4,41	0,49
2 `Constantí`	6,14	7,43	19,15	3,31	0,45
3 `Vairo`	5,90	7,37	15,43	3,59	0,46
4 `Belona`	6,34	7,70	15,67	3,72	0,47
5 `Lauranne`	6,74	7,23	16,85	3,31	0,46
6 `Antoñeta`	6,81	7,83	18,84	4,32	0,45
MEDIA	6,53	7,90	17,93	4,06	0,47

Los datos reflejan una diferencia significativa muy importante en el peso de las raíces de la variedad `Garrigues` respecto de todas las demás, con un peso de 5,79 kg frente a una media de 4,06. También es significativa la diferencia de peso de la parte aérea que confiere el patrón `Garrigues`, de 20,20 kg, frente a la media de variedades, con un peso de 17,93 kg. Respecto a los diámetros también este patrón confiere mayor tamaño que la media, por lo que se corrobora que es el patrón que más vigor aporta a los árboles y por ello el más adecuado y el más empleado tradicionalmente en los viveros.

Dado que las condiciones del ensayo han sido de suelos fértiles y profundos y ha estado la plantación solo 3 años, no se puede afirmar que haya sido más favorable este sistema de siembra directa que el de plantones de vivero. Sí que se observan tras el arranque unas raíces más pivotantes, con la cofia y raíz principal de crecimiento más profunda, sin que ello se puede traducir en haber transferido un mayor vigor a los árboles, en nuestras condiciones de ensayo.

Es de resaltar que existe una correlación muy elevada entre el peso de la parte aérea y la sección del tronco en cm, con un valor casi constante que varía entre 0,49 y 0,45.

En las siguientes fotografías se observa el arranque de la plantación en febrero de 2021:









4.2 Resultados: problemas fitosanitarios.

En esta foto se observa la elevada densidad en el ensayo de patrones de almendro en siembra directa en junio de 2020, con toda la calle sombreada y es la causa por la que el cuaje ha sido deficiente y ha habido problemas de enfermedades criptogámicas, lo que desaconseja el cultivo en estas condiciones ensayadas de bajo empleo de inputs.



Ensayo siembra directa almendro 04/06/2020



Excesiva densidad y deficiente cuaje pese a tratarse de fila borde 04/06/2020.



En la siguiente fotografía se observa gran cantidad de almendras momificadas a causa de enfermedades criptogámicas, como Xantomonas y Antracnosis, que han provocado pérdida considerable de cosecha, al afectar a la almendra.



Almendras afectadas hongos 25/11/2020.

Enfermedades como la Roya, la Monilia o la mancha ocre también han aparecido en la plantación, favorecidas por dos años de lluvias excepcionales y por la densidad del follaje alcanzada, siendo esta la causa principal de que se haya planteado terminar con el ensayo.

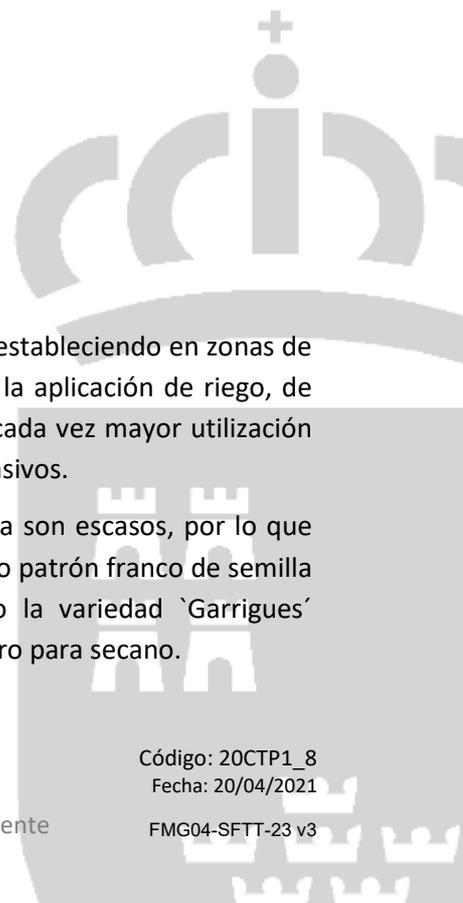


Hoja de almendro afectada de roya.

5. CONCLUSIONES.

El almendro está dejando de ser considerado un cultivo marginal y se está estableciendo en zonas de regadío, realizando un manejo similar a cualquier otro cultivo frutal. Con la aplicación de riego, de nuevos materiales vegetales mejorados (variedades y porta-injertos) y la cada vez mayor utilización de suelos fértiles, es posible diseñar nuevos modelos productivos más intensivos.

Los estudios sobre el empleo de patrones en almendro en siembra directa son escasos, por lo que nos planteamos en 2016 la posibilidad de estudiar el comportamiento como patrón franco de semilla de 6 variedades autocompatibles de almendra, tomando como testigo la variedad 'Garrigues' tradicionalmente usada en los viveros de la Región como patrón de almendro para seco.



Consideramos que el patrón franco de semilla de almendro tiene muchas virtudes en comparación con los patrones clonales híbridos y nos planteamos como objetivo del ensayo comprobar la aptitud como patrón franco de semilla para almendro, de las almendras de otras variedades distintas a la 'Garrigues'; en especial la resistencia al déficit hídrico y al déficit de fertilización nitrogenada, buscando la sostenibilidad agronómica, económica y medioambiental.

Las variedades seleccionadas para comprobar su aptitud como patrón de semilla fueron todas injertadas de la variedad 'Constantí' y son: 0 'Garrigues': 1 'Marinada', 2 'Constantí', 3 'Vairo', 4 'Belona', 5 'Lauranne' y 7 'Antoñeta'.

Para comprobar si se mejoraba el potencial productivo nos fuimos a modelos productivos más intensivos, con marco de plantación más estrecho, en contraposición con el sistema tradicional de formación del almendro, basado en el vaso clásico, realizando podas normalmente severas y utilizando marcos de plantación amplios.

Con este modelo súper intensivo se pretende reducir el período improductivo de la plantación, aumentando la precocidad mediante el incremento del número de árboles de la parcela y cambiar el sistema de formación de los árboles pasando de un vaso clásico a un eje o un muro frutal.

Desde la plantación en 2016 hasta su arranque en febrero de 2021, se ha realizado el control de plagas y enfermedades con un mínimo empleo de inputs, eliminación las malas hierbas por medios mecánicos y durante todo el periodo con reducción drástica del empleo de nitrógeno. También se redujo el riego durante el año 2020, cortándolo desde el mes de abril, hasta el arranque y no aplicando ningún tipo de abono.

Los resultados de recolección del año 2019 dieron una mayor producción de las variedades usadas como patrón 'Garrigues' y la menor producción en 'Vairo' y 'Constantí', porque inducen un menor vigor y crecimiento de los árboles. En un término medio se comportan 'Constantí', 'Colorada', 'Belona' y 'Marinada'. En cuanto a los escandallos, no se aprecian diferencias significativas para las medidas, variando los extremos entre los 225 y 237 g de pepita/kg de almendra en cáscara. La media de rendimiento para el conjunto de los tratamientos era de 231 gramos.

Por los resultados obtenidos, no se puede afirmar que la formación súper intensiva en seto vegetal mejore la producción y en cambio, con el modelo productivo empleado de pocos inputs, ha dado problemas de bajo cuaje, enfermedades criptogámicas y elevado porcentaje de almendras sin pelar, posiblemente por el hecho de la competencia de los árboles y el poco riego y abono aplicados.

Por lo tanto, la implantación de este modelo productivo no parece viable en la Comarca, con el sistema de empleo de pocos inputs en consonancia con la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor. Habría que ensayar con el modelo abordando una mejora del manejo agronómico que se le da a la plantación, especialmente intensificando los tratamientos fitosanitarios para reducir el efecto de los hongos.

Las ventajas observadas de entrada más temprana en producción e incremento de la producción en los primeros años y reducción de costes de poda, no se compensarían con los efectos negativos de elevado coste de plantación, dificultad de manejo necesidad de más inputs y peor cuaje y caída de almendras por enfermedades criptogámicas.

Los datos del arranque reflejan diferencias significativas en el peso de las raíces, peso de la parte aérea y diámetro del tronco de la variedad 'Garrigues' respecto de todas las demás, por lo que se corrobora que es el patrón que más vigor aporta a los árboles y por ello el más adecuado y el más empleado tradicionalmente en los viveros.

En cuanto a la siembra directa de almendras en campo con respecto al trasplante de vivero, no se han observado diferencias significativas de producción, si bien es cierto que el periodo de duración del ensayo ha sido muy breve. Sí que se observan tras el arranque unas raíces más pivotantes, con la cofia y raíz principal de crecimiento más profunda, sin que ello se puede traducir en haber transferido un mayor vigor a los árboles, en nuestras condiciones de ensayo.

6. ACTUACIONES DE DIVULGACION REALIZADAS.

A lo largo de la anualidad 2020, se han realizado pocas visitas debido a los confinamientos por el estado de alarma sanitaria debido a la enfermedad COVID-19 producida por la pandemia de coronavirus CO-SARS-V2. No obstante sean recibido llamadas telefónicas de agricultores interesándose por la evolución de los patrones, las variedades de almendro y la adecuación en la zona al sistema de seto.

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

