

Comportamiento de nuevas variedades de almendro en el campo de Cartagena



Región de Murcia

Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería,
Pesca y Medio Ambiente

AUTORES

José Méndez García

Plácido Varó Vicedo

Ricardo Gálvez Martín

Joaquín Navarro Sánchez



Comportamiento de nuevas variedades de almendro en el campo de Cartagena



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

Acción financiada a través de la medida 1 del Programa de Desarrollo Rural 2014-2020 de la Región de Murcia, gestionada por el Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica

Autores

José Méndez García

Plácido Varó Vicedo

Ricardo Gálvez Martín

Joaquín Navarro Sánchez

Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Torre-Pacheco

© Comunidad Autónoma de la Región de Murcia

Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente

Dirección General de Agricultura, Industria Alimentaria y Cooperativismo Agrario

Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica

Depósito Legal: MU 1246-2021

Maquetación e impresión: Compobell, S.L.

ÍNDICE

1. RESUMEN	11
2. INTRODUCCIÓN	17
3. JUSTIFICACIÓN DEL ENSAYO	23
4. OBJETIVOS	27
5. ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO	31
5.1. Ubicación y superficie.....	33
5.2. Marco de plantación y sistema de formación.....	34
5.3. Condiciones edafoclimáticas	37
5.4. Características de las variedades ensayadas	45
6. MANEJO DEL CULTIVO	49
6.1. PREPARACIÓN DEL SUELO Y LABORES DE CULTIVO.....	51
6.2. RIEGOS Y ABONADOS	52
6.3. TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS	55
6.4. RECOLECCIÓN Y ESCANDALLOS.....	56
7. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS	59
7.1. Crecimiento vegetativo	61
7.2. Floración	65
7.3. Fructificación	76
7.4. Controles de poda	83
7.5. Recolección: producción por árbol y hectárea.....	85

7.6. Recolección: producción por tipo de poda.....	91
7.7. Controles postcosecha	95
7.8. Estado fitosanitario de los árboles	99
7.9. Características de las variedades ensayadas	101
7.10. Bioamasa aérea y huella de carbono.....	103
8. DIVULGACIÓN	107
9. CONCLUSIONES	113
10. BIBLIOGRAFÍA.....	117

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Precio medio percibido por los agricultores por kg de almendra grano para distintas variedades en los años 2019 y 2021.....	19
TABLA 2. Distribución espacial de las variedades al inicio del ensayo en 2010.	33
TABLA 3. Analítica de agua del Trasvase Tajo-Segura en el año 2019.....	38
TABLA 4. Índices de calidad del agua de riego en el año 2019.	39
TABLA 5. Aportes de nutrientes por el agua de riego, análisis del año 2019.	40
TABLA 6. Parámetros del suelo del ensayo, análisis del año 2019.	41
TABLA 7. Parámetros de fertilidad del suelo del ensayo, análisis del año 2019.	41
TABLA 8. Principales valores presentados en el suelo.....	42
TABLA 9. Capacidad de intercambio catiónico del suelo.....	43
TABLA 10. Microelementos y macroelementos asimilables en el suelo.	43
TABLA 11. Características climáticas de la estación meteorológica de Torre-Pacheco.....	44
TABLA 12. Características de las variedades elegidas en el ensayo.	46
TABLA 13. Criterios de abonado de restitución en almendro. Tomado del libro “Manejo del almendro”. Junta de Andalucía, 2013.	53

TABLA 14. Resultados de crecimiento vegetativo de las variedades de almendro ensayadas para los diferentes tipos de poda (17/10/2018). ...	61
TABLA 15. Resultados de crecimiento vegetativo de las variedades de almendro ensayadas para los diferentes tipos de poda (octubre 2020)..	63
TABLA 16. Características de fructificación observadas en alguna de las variedades ensayadas.....	83
TABLA 17. Peso total de la poda en Kg desde la anualidad 2014 hasta la anualidad 2020.	83
TABLA 18. Fechas medias de recolección por variedades. Periodo 2012-2019.	86
TABLA 19. Producción media por variedad y año en kg pepita por árbol y acumulado del periodo 2012-2019, ordenadas de mayor a menor producción.....	89
TABLA 20. Producción media por variedad y año en kg pepita por hectárea y acumulado del periodo 2012-2019, ordenadas de mayor a menor producción.....	89
TABLA 21. Producción media por variedad en kg pepita por árbol según el tipo de poda. Periodo 2012-2019, ordenadas de mayor a menor producción.	92
TABLA 22. Producción de pepita por árbol individual en kg/árbol. Campañas 2012 a 2019.	93
TABLA 23. Resultado de los escandallos y contenido de pepitas dobles. Año 2019.	96
TABLA 24. Rendimiento medio al escandallo por variedades en orden decreciente, desde la campaña 2012 a 2019.....	98
TABLA 25. Determinación de elementos en análisis foliar de hojas de almendro.	100
TABLA 26 y figura 14. Niveles y estado de los macroelementos en hoja de almendro en el ensayo. Junio de 2020.....	100
TABLA 27. Niveles y estado de los microelementos en hoja de almendro en el ensayo. Junio de 2020.....	101
TABLA 28. Peso total de la poda en Kg desde la anualidad 2014 hasta la anualidad 2020.	104
TABLA 29. Peso total de la poda en Kg desde la anualidad 2014 hasta la anualidad 2020 y de la biomasa de la parte aérea tras la tala.....	105
TABLA 30. Absorciones estimadas de CO ₂ por pie en tres especies de pino (MITECO, 2019).....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Evolución de la superficie regional de almendro, periodo 2014-2020.	20
FIGURA 2. Evolución de la superficie regional de almendro, periodo 2014-2020.	20
FIGURA 3. Niveles de elementos del agua de riego.	38
FIGURA 4. Distribución de la textura del suelo.	40
FIGURA 5. Niveles de los principales parámetros del suelo.	42
FIGURA 6. Fechas de floración de las principales variedades de almendro. Agrológica, Servicios Agrícolas.	65
FIGURA 7. Fechas de floración de las principales variedades de almendro. Granada 2013 (Lovera, 2016).	66
FIGURA 8. Fechas de floración y maduración de algunas variedades de almendro. Murcia (CEBAS).	66
FIGURA 9. Peso de la poda de las variedades ensayadas 2014-2020.	84
FIGURA 10. Evolución de la producción media de pepita en Kg ha/árbol de la anualidad 2012 a 2019 para el conjunto de las variedades ensayadas.	90
FIGURA 11. Producción media por variedad en kg pepita por árbol según el tipo de poda. Periodo 2012-2019, ordenadas de mayor a menor producción.	92
FIGURA 12. Evolución de la producción de pepita en Kg /árbol de la anualidad 2012 a 2019 para cada árbol ensayado.	94
FIGURA 13. Evolución del rendimiento al escandallo por variedades de 2012 a 2019.	98
FIGURA 14 y tabla 26. Niveles y estado de los macroelementos en hoja de almendro en el ensayo. Junio de 2020.	100

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO 1. Ubicación del ensayo de variedades de almendro en el CIFEa de Torre-Pacheco.	33
FOTO 2. Árbol de la izquierda en no poda y el de la derecha con poda mínima (03/02/2020).	36
FOTO 3. Poda con tijera de dos manos, motosierra corta de batería y podadora en altura de batería.	37

FOTO 4.	Aspecto general de la plantación, dónde se aprecia el porcentaje de suelo cubierto.	52
FOTO 5.	Abeja libando en una flor de almendro variedad `Colorada`, 25 de febrero de 2020.	56
FOTO 6	Recolección de variedad `Constantí`, 31 agosto 2017.....	57
FOTO 7.	Inicio de la recolección 29/08/2019.....	57
FOTO 8.	Aspecto de las almendras enteras y partidas de tres variedades...	58
FOTO 9.	Árbol en no poda, en el que se observa gran cantidad de ramas (03/02/2020).	64
FOTO 10	Pesado de ramas de poda de un árbol con poda tradicional (enero 2020).	64
FOTO 11.	Floración de la variedad `Marinada`, 22 de febrero de 2019.	66
FOTO 12.	Floración de la variedad `Vairo`, 22 de febrero de 2019.	67
FOTO 13.	Floración de la variedad `Constantí`, 22 de febrero de 2019.	67
FOTO 14.	Floración de la variedad `G-28`, 22 de febrero de 2019.	67
FOTO 15.	Floración de la variedad `Soleta`, 22 de febrero de 2019.	68
FOTO 16.	Floración de la variedad `Belona`, 22 de febrero de 2019.	68
FOTO 17.	Floración de la variedad `Lauranne`, 22 de febrero de 2019.....	68
FOTO 18.	Floración de la variedad `G-13`, 22 de febrero de 2019.	69
FOTO 19.	Floración de la variedad `Penta`, 22 de febrero de 2019.	69
FOTO 20.	Floración de la variedad `Carreró`, 22 de febrero de 2019.	69
FOTO 21.	Floración de variedad local, 22 de febrero de 2019.	70
FOTO 22.	Floración de la variedad `Sastresa`, 22 de febrero de 2019.	70
FOTO 23.	Floración de la variedad `Colorada`, 22 de febrero de 2019.....	70
FOTO 24.	Floración de la variedad `Filippo`, 22 de febrero de 2019.....	71
FOTO 25.	Floración de la variedad `Blanquilla`, 22 de febrero de 2019.	71
FOTO 26.	Floración de la variedad `Ramillete`, 22 de febrero de 2019.....	71
FOTO 27.	Floración de la variedad `Garrigues`, 22 de febrero de 2019.....	72
FOTO 28.	Floración de la variedad `Makaco`, 22 de febrero de 2019.....	72
FOTO 29.	Floración de la variedad `Mollar`, 22 de febrero de 2019.	72
FOTO 30.	Floración de la variedad `Marta`, 22 de febrero de 2019.....	73
FOTO 31.	Floración de las variedades `Lauranne` y `Belona` 20/02/2020.	74
FOTO 32.	Floración de las variedades `Soleta` y `Constantí` 20/02/2020.	74
FOTO 33.	Floración de las variedades `Vairo` y `Marinada` 20/02/2020.	75
FOTO 34.	Aspecto general de la floración, febrero de 2020.....	75

FOTO 35. Fructificación de la variedad `Marinada`, 26 de abril de 2019.	76
FOTO 36. Fructificación de la variedad `Vairo`, 26 de abril de 2019.	76
FOTO 37. Fructificación de la variedad `Constantí`, 26 de abril de 2019.	77
FOTO 38. Fructificación de la variedad `G-28`, 26 de abril de 2019.	77
FOTO 39. Fructificación de la variedad `Soleta`, 26 de abril de 2019.	77
FOTO 40. Fructificación de la variedad `Belona`, 26 de abril de 2019.	78
FOTO 41. Fructificación de la variedad `Lauranne`, 26 de abril de 2019.	78
FOTO 42. Fructificación de la variedad `G-13`, 26 de abril de 2019.	78
FOTO 43. Fructificación de la variedad `Carreró`, 26 de abril de 2019.	79
FOTO 44. Fructificación de la variedad `Colorada`, 26 de abril de 2019.	79
FOTO 45. Fructificación de la variedad `Ramillete`, 26 de abril de 2019.	79
FOTO 46. Fructificación de la variedad `Blanquilla`, 26 de abril de 2019.	80
FOTO 47. Fructificación de la variedad `Garriguez`, 26 de abril de 2019.	80
FOTO 48. Fructificación de la variedad `Makako`, 26 de abril de 2019.	80
FOTO 49. Fructificación de la variedad `Mollar`, 26 de abril de 2019.	81
FOTO 50. Fructificación de la variedad `Marta`, 26 de abril de 2019.	81
FOTO 51. Fructificación de la variedad `Filippo`, 26 de abril de 2019.	81
FOTO 52. Fructificación de la variedad `Sastresa`, 26 de abril de 2019.	82
FOTO 53. Fructificación de la variedad `9`, 26 de abril de 2019.	82
FOTO 54. Fructificación de la variedad `Penta`, 26 de abril de 2019.	82
FOTO 55. Árboles de variedad `Constantí` sin poda (a la izquierda) y con poda mínima (a la derecha).	85
FOTO 56. Recolección y pelado de la almendra (30/08/2019).	86
FOTO 57. Daños por Cotorra argentina en la variedad `Carreró` (29/07/2019).	87
FOTO 58. Variedad `Constantí` en los momentos previos a la recolección.	87
FOTO 59. Recolección de la variedad `Carreró` (30/08/2019).	88
FOTO 60. Cotorra argentina como plaga de los almendros.	90
FOTO 61. Daños provocados por cotorras en variedad `Marinada` (20/08/2020).	91
FOTO 62. Importante producción de árbol no podado y algo menor bajo poda mínima (29/08/2018).	95
FOTO 63. Almendras de las variedades `Marinada` y `Belona` tras su recolec- ción.	96
FOTO 64. Hongos que afectan al almendro, roya, mancha ocre y cribado. ...	99

FOTO 65. Considerable diámetro de los troncos en árboles de 10 años de edad (11/10/2021).....	103
FOTO 66. Tala y pesaje de la parte aérea (11/10/2021).	104
FOTO 67. Entrevista sobre el cultivo de almendros en TV7 (27/05/2019).	109
FOTO 68. Visita parcelas almendro alcalde Torre-Pacheco y equipo municipal (29/07/2019).....	110
FOTO 69. Técnicos del CEBAS y productores de almendra (07/05/2019).	110
FOTO 70. Visita Consejero, Alcalde de Torre-Pacheco, Jefe de servicio de Formación y Transferencia Tecnológica, técnicos de la Consejería y agricultores a plantación de almendros (06/03/2020).	111
FOTO 71. Visita técnicos del CEBAS y productores de almendra (07/05/2019).	111



1

Resumen

El aumento de los precios de la almendra en los últimos años, consecuencia de la fuerte demanda mundial, está provocando una revolución en este cultivo, incrementándose enormemente en España la superficie cultivada. En este contexto y con la intención de colonizar zonas más frías, los centros de investigación CEBAS (Murcia), CITA (Aragón), IRTA (Cataluña) e INRA (Francia) pusieron a disposición del agricultor nuevas variedades de almendro autocompatibles y de floración tardía o extratardía.

El aspecto de la floración tardía no es importante en nuestras condiciones climáticas del Campo de Cartagena, con muy bajo riesgo de heladas, por lo que se han seguido cultivando las variedades autóctonas como ‘Peraleja’, ‘Ramillete’, ‘Colorada’ o ‘Garrigues’ por su rusticidad y calidad de la almendra. Pero si que se presentan con frecuencia en plantaciones de regadío problemas de polinización en estas variedades tradicionales, que pensamos se verían reducidos en el caso de emplear variedades autocompatibles.

En este sentido, nos planteamos evaluar el comportamiento de estas “nuevas” variedades autocompatibles y de floración tardía, en comparación con las de floración temprana, en un cultivo de regadío en el Campo de Cartagena y su posible empleo como alternativa ante cultivos con mayor consumo de agua, en el contexto de la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor.

El objetivo principal del proyecto es ofrecer a los agricultores con el cultivo del almendro 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. Además de emplear bajas dosis de riego, se ha llevado el cultivo con prácticas respetuosas con el medio ambiente, como el control de plagas de forma ecológica, reducción drástica del empleo de nitrógeno, eliminación del uso de herbicidas por laboreo entre las calles o desbrozadora y tela cubresuelos en la zona regada y trituración de la madera de poda al objeto de mejorar la actividad biológica del suelo y reducir la erosión.

En enero 2010 se implantó un ensayo de variedades para comprobar su comportamiento en las condiciones del Campo de Cartagena: ‘Marinada’, ‘Constantí’ y ‘Vairo’ del IRTA, ‘Soleta’ y ‘Belona’ del CITA y ‘Lauranne’ de INRA y posteriormente se introdujeron las variedades del CEBAS ‘Penta’ y ‘Makako’, de floración extratardía y teniendo como testigo las variedades tradicionales ‘Colorada’ y ‘Ramillete’.

También se ha ensayado el manejo frente a la poda tradicional, de la técnica de poda mínima y de la no poda, comparando las producciones en los tres sistemas y los costes. En las condiciones de cultivo de nuestra parcela demostrativa, la práctica de no poda ha logrado aumentar las producciones con un menor coste, sin grandes problemas fitosanitarios.

Durante todas las anualidades se han llevado a cabo prácticas sostenibles de cultivo, con el mínimo empleo de fertilizantes y fitosanitarios, así como de agua de riego. El ensayo se ha realizado sin aplicación de fungicidas para comprobar la resistencia a las enfermedades en nuestras condiciones climáticas, lo que es importante en el almendro cuando se cultiva en secano o con riego de apoyo, donde hay que reducir los gastos. Respecto al abonado, se ha eliminado el nitrato amónico y nitrato cálcico, en consonancia con la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor, reduciendo además el empleo de otras formas de nitrógeno.

Ha dado buen resultado el manejo del riego con acolchado plástico, que nos permite mejorar la eficiencia en el uso del agua al reducirse las pérdidas por evaporación de la superficie del suelo, aspecto este muy importante para disminuir el consumo de agua en las condiciones de especial sensibilidad en el entorno del Mar Menor. El consumo de agua medio en las cinco últimas anualidades, con los árboles en plena producción, ha sido de unos 3.200 m³/ha.

Además del consumo de inputs, se han analizado las fechas de floración en nuestras condiciones de muy pocas horas frío, la resistencia a las enfermedades fúngicas más importantes, las fechas y facilidad de recolección y la producción y calidad de la almendra. Se recolectaba cada árbol individualmente, pelando y secando la almendra para obtener el producto seco y realizando los escandallos para obtener el rendimiento.

Se recolectó el año 2019, ya en plena producción, la 8ª cosecha con unos niveles de producción de algunas variedades muy altos, superando en algún caso los 3.000 kg/ha de grano, valores que se acercan a los del principal productor mundial, California (USA) y son muy superiores a los medios de España. Esto nos permite confirmar la buena adaptación de alguna de estas variedades en Torre-Pacheco, con los caudales empleados y suelo franco-arcilloso profundo.

La producción acumulada en el periodo 2012-2019 de las variedades autocompatibles ha sido de 48,47 kg grano/árbol un 48,7% superior a la de 'Colorada', variedad autóctona del Campo de Cartagena que se ha tomado como testigo, con una producción acumulada de 32,6 kg. 'Marinada' y 'Constantí' son las más productivas del ensayo, llegando a los 10 kg grano/árbol en plena producción y mejorando a las variedades tradicionales de la zona, de floración temprana, por lo que se apuntan como mejores en las condiciones de nuestro ensayo. La vecería además ha sido muy poco acusada, con escasa alternancia de las producciones en nuestras condiciones de ensayo.

La variedad 'Soleta' es la más sensible a las enfermedades, en especial a la Roya, lo que ha provocado que su producción en 2019 sea un 29% inferior a la media, y presenta mayor alternancia en la producción por las defoliaciones que ha sufrido.

‘Vairo’ y ‘Lauranne’ presentan una madera más débil, por lo que los años de gran cosecha sufre daños la estructura de las ramas principales del árbol, lo que obliga a más poda, con la consiguiente reducción media de cosecha. Su porte más llorón también es un inconveniente para la mecanización de la recolección.

Por último respecto de la calidad comercial de la pepita, ‘Belona’ es la de mayor calidad y en las cooperativas de la comarca se ha cotizado un 17% por encima del resto, que se engloban sin diferenciar como comunas, lo que habría que considerar en un estudio futuro de rentabilidad.

Los resultados confirman la buena tendencia productiva de algunas de estas variedades, así como su adaptación al menor consumo de agua y nutrientes y un buen rendimiento económico, que le permite ser rentable frente a otros cultivos mucho más consumidores de inputs.

Con las variedades disponibles actualmente y la mejora de los procesos agronómicos y en las condiciones de suelos profundos del Campo de Cartagena y aportes de riego en el entorno de los 3.000 m³/ha y año, podemos conseguir con estas variedades niveles de productividad de 2.000-3.000 kg/ha de almendra grano por hectárea, además con un modelo productivo eficiente y sostenible medioambientalmente.



2

Introducción

Desde hace años, Estados Unidos, el mayor productor de almendra del mundo, viene desarrollando una fuerte campaña comercial de la almendra, apoyada por sus demostradas propiedades cardiosaludables, que ha tenido como consecuencia un incremento exponencial de la demanda en nuevos mercados (China, India, Rusia, Corea del Sur, Japón), y en los tradicionales países consumidores europeos, árabes y americanos. Ello ha desembocado en un importante aumento del precio de la almendra y a la expansión de nuevas variedades mejoradas, que han permitido la colonización de nuevas regiones del interior y norte peninsular donde el cultivo del almendro era impensable a causa de las heladas (Dicenta, 2019).

En la siguiente tabla se puede ver el precio medio por kg de grano de distintas variedades de almendra, de enero a diciembre de 2019 y 2020. En el año 2021 el precio medio ha disminuido sensiblemente, con una media en la almendra comuna de 2,85 €/kg pepita, aunque manteniéndose la comuna ecológica en 7,10 €/kg pepita.

Tabla 1. Precio medio percibido por los agricultores por kg de almendra grano para distintas variedades en los años 2019 y 2021.

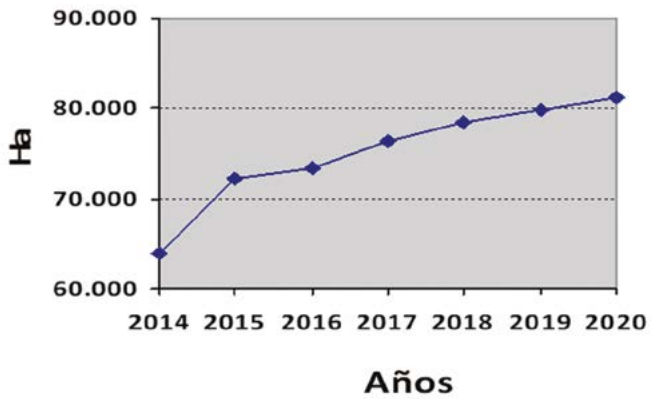
AÑO	Variedad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2019	Común	4,63	4,66	4,71	4,91	5,06	5,13	5,49	5,53	5,24	5,28	5,57	5,59
2019	Desmayo largueta	5,03	5,05	5,07	5,18	5,24	5,28	5,59	5,69	5,42	5,47	5,76	5,79
2019	Marcona	5,20	5,50	5,63	5,85	5,95	6,03	5,98	6,00	5,73	5,87	6,23	6,38
2020	Comuna ecológica	8,75	8,95	9,08	9,05	8,73	8,37	8,00	7,44	7,71	8,02	7,98	7,88
2020	Común	5,46	5,31	5,21	4,98	4,20	3,66	3,32	3,11	3,25	3,16	3,06	2,98
2020	Marcona	6,60	6,55	6,52	6,34	5,70	5,28	5,05	5,00	5,22	5,65	5,93	6,06

La Región de Murcia no ha sido ajena a esta expansión, siendo la superficie total de almendro de 81.160 ha, de las cuales 74.126 ha pertenecen a secano y 7.034 ha a regadío (Anuario Estadístico Agrario Regional, 2020). La superficie, que sufrió poca variación en una década, ha subido principalmente desde 2014, en que se contabili-

zaban 63.835 ha, movido por los altos precios y su estabilidad. Se trata de la mayor superficie de cultivos leñosos en la Región de Murcia, seguida por viñedo, con 28.812 ha, limonero con 25.721 ha y olivar con 22.895 ha.

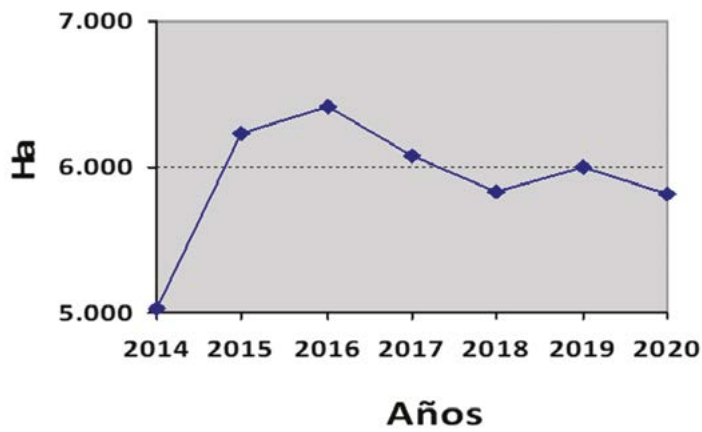
En la siguiente gráfica se observa el importante incremento de superficie en la Región de Murcia desde el año 2014 hasta el 2020.

Figura 1. Evolución de la superficie regional de almendro, periodo 2014-2020.



Paralelamente al incremento de superficie total, se ha producido un incremento en la superficie de riego en el año 2014, como consecuencia de los buenos precios de la almendra. En la siguiente gráfica se observa el importante incremento de la superficie de riego localizado en 2014 en la Región de Murcia y su estabiliuzación hasta 2020.

Figura 2. Evolución de la superficie regional de almendro, periodo 2014-2020.



En nuestra Región, en el año 2020 aún hay 6.179 ha de secano y 1.922 de regadío que no producen por haber sido plantadas en las dos anualidades anteriores, lo que da idea del actual dinamismo del sector (Anuario Estadístico Agrario Regional 2020).

En lo que respecta a la producción de almendra en cáscara en la Región de Murcia, en la campaña 2019-2020 fue de 29.153 toneladas, observándose un crecimiento constante, con un mínimo de 14.899 t en 2014 a causa de una sequía extrema, pero superando algunos años las 30.000 t si se dan buenas condiciones climáticas (precipitaciones y ausencia de heladas). La producción de pepita regional ronda las 6.000 toneladas.

El mayor problema de la producción del almendro en España residía en el bajo nivel de cosecha, con una productividad que no alcanzaba los 125 kg/ha, lo que evidentemente no es suficiente para cubrir los costes fijos de cultivo (Felipe, 1984). Esta baja productividad se debe fundamentalmente a tres causas: las heladas, la deficiente polinización y la sequía, unida frecuentemente a una nutrición deficiente (Socias i Company, 2001).

La floración tardía tiene dos ventajas principales, la primera es que un retraso de la floración permite a los árboles escapar a la totalidad o a la mayoría de las heladas tardías. La segunda es que con ello la floración transcurre cuando las temperaturas son más benignas y, por lo tanto, más favorables para el proceso de la polinización y de la fecundación de las flores.

Los investigadores detectaron que un problema muy grave para la producción era una polinización deficiente, debido a la ausencia o poca presencia de cultivares polinizadores, a su mala distribución en la plantación o incluso a la falta de coincidencia de floración entre los cultivares. Detectaron también la presencia cada vez más deficiente de insectos polinizadores, fundamentalmente las abejas, y la frecuente ocurrencia de la floración con condiciones atmosféricas (temperatura, viento, lluvia, niebla...) inadecuadas para su vuelo. Por ello se consideró la autocompatibilidad como un objetivo prioritario en la mejora del almendro, ya que elimina la necesidad de la presencia de otros cultivares en la plantación y su floración simultánea (Socias y Felipe, 2006).

En este contexto de posibilidad de expansión del cultivo en la Región de Murcia y de desarrollo por mejora vegetal de nuevas variedades autocompatibles y muy productivas en zonas más frías, se planteó en 2010 la implantación en el CIFE de Torre-Pacheco de unas parcelas demostrativas con estas de variedades y su comparación con las tradicionales. Se pretendía buscar además alternativas a otros cultivos más consumidores de agua y nutrientes, en un entorno tan medioambientalmente sensible como el Mar Menor.

B

Justificación del ensayo



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.

Pese a sus reducidos y muy variables rendimientos, ha contribuido en muchas zonas a complementar las rentas de los agricultores, además de haber jugado un importante papel en la conservación de los suelos. El sector de los frutos secos desempeña un importante papel en las zonas rurales, proporcionando empleos, constituyendo una importante característica del paisaje rural, y contribuyendo a proteger el medio ambiente de los procesos de erosión y desertificación.

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 del cultivo, como parece que apunta la subida de precios por la creciente demanda mundial.

La Región de Murcia siempre ha sido referente nacional en la producción de almendra, ya que por su climatología ha sido un cultivo tradicional, especialmente en los secanos. Pero desde que se obtuvieron por mejora vegetal en centros de investigación agraria como el CEBAS, IRTA, CITA e INRA, variedades autocompatibles de floración tardía, el cultivo se ha extendido a zonas del interior de la Península, antes no aptas para el mismo. Esas variedades han sido mejoradas buscando los caracteres de floración tardía, autocompatibilidad y elevada producción y están dando muy buenos resultados en zonas frías. En la Comarca del Campo de Cartagena se siguen cultivando las variedades tradicionales, principalmente en secano, pero, ante la demanda de agricultores que desean conocer si las nuevas variedades autocompatibles se adaptarían a las condiciones específicas de la Comarca, es por lo que se ha planteado este ensayo.

Pudiendo ofrecer variedades de almendro cuyo cultivo sea rentable, conseguimos por un lado cultivar tierras con poca dotación de agua (Cota 120, regadíos marginales) o poco aptas para hortícolas (por su pendiente o estructura de las parcelas), que serían una alternativa a otros cultivos más exigentes en suelos y agua, como cítricos u hortícolas.

Se conseguiría, además del objetivo de poner a disposición del agricultor un cultivo rentable y poco exigente en agua y en fertilizantes, un efecto medioambiental muy positivo en todo el entorno del Mar Menor, por el menor consumo de inputs en este tipo de agricultura.



4

Objetivos

Las variedades de Almendro cultivadas tradicionalmente en el Campo de Cartagena (‘Peraleja’, ‘Ramillete’, ‘Colorada’, ‘Garrigues’,...) son de excelente calidad, pero presentan el problema de ser variedades autoestériles y de tener una floración temprana, por lo que su cultivo se debe restringir a las zonas costeras con muy bajo riesgo de heladas. Son, por tanto, variedades que requieren de polinización cruzada, es decir de árboles polinizadores y de la ayuda de insectos (abejas, etc.), lo que provoca falta de productividad cuando las condiciones de polinización son desfavorables.

Nos planteamos un ensayo con nuevas variedades de almendro con riego localizado de goteo, 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 estas nuevas variedades autocompatibles en el Campo de Cartagena, así como ensayar distintos tipos de poda, desde la tradicional a la no poda, con la intención de ofrecer un cultivo alternativo a las plantaciones hortícolas intensivas que permita reducir el consumo de inputs.

Se planteó además ensayar en regadío el manejo de la poda, aspecto este muy poco estudiado, tratando de comprobar cuál es el sistema de mejor resultado en producción y menos costes en esta actuación específica.

Por todo ello se plantó en 2010 una parcela de demostración con las nuevas obtenciones de variedades que se consideraron podían ser comercialmente viables por su elevada producción y su autocompatibilidad, como eran ‘Marinada’, ‘Vairo’, ‘Constantí’, ‘Soleta’, ‘Belona’, ‘Lauranne’, o las muy tardías como ‘Penta’ y ‘Macaco’, y se compara su producción con las tradicionales que presentan en la Comarca mejor comportamiento agronómico como son ‘Colorada’ o ‘Ramillete’.

5

Establecimiento del cultivo



5.1. UBICACIÓN Y SUPERFICIE

Se ubica en el Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Torre-Pacheco, polígono 19, parcela 9000, en la que engloba una gran cantidad de terreno.

Foto 1. Ubicación del ensayo de variedades de almendro en el CIFEA de Torre-Pacheco.



La superficie que ocupa el ensayo son unos 1.037 m² de parcela 61 x 17 m² y una fila en la parcela de albaricoqueros, lo que totaliza 1.150 m² aproximadamente.

La distribución espacial de las variedades ensayadas es la siguiente:

Tabla 2. Distribución espacial de las variedades al inicio del ensayo en 2010.

No poda	Poda mínima	Poda tradicional	VARIEDAD
11-3	11-2	11-1	11 `Ramillete` y `Penta` (al lado)
10-3	10-2	10-1	10 `Colorada`
9-3	9-2	9-1	9 `Carreró`
8-3	8-2	8-1	8 `Variedad local`
7-3	7-2	7-1	7 `Lauranne`
6-3	6-2	6-1	6 `Belona`
5-3	5-2	5-1	5 `Soleta`
4-3	4-2	4-1	4 `Variedad local`
3-3	3-2	3-1	3 `Constantí`

No poda	Poda mínima	Poda tradicional	VARIEDAD
2-3	2-2	2-1	2 'Vairo'
1-3	1-2	1-1	1 'Marinada'

La variedad 'Penta' no se representa en el croquis porque está en otra fila al lado, en una parcela de albaricoqueros y se reinjertó en mayo de 2018. En la fila número 11 hay un árbol de la variedad local 'Blanquilla'. También hay árboles sueltos fuera de ensayo de las variedades 'Filipo nerí', 'Sastresa', 'Garrigues', 'Mollar', 'Marta' y 'Makako' y de una variedad local desconocida y las variedades CEBAS 'G-28' y 'G-13'.

Se trata de una parcela de demostración, con tres árboles por variedad, donde los resultados se obtienen por la recolección de la producción de cada árbol individualmente y se realiza el escandallo de cada árbol, con lo que se obtiene el rendimiento en pepita, así como las características técnicas como número de dobles, tamaño, forma y color de la pepita, etc. Por disponer sólo de tres árboles por variedad, no podemos confirmar estadísticamente qué variedad es mejor, pero si se aprecian tendencias de las que son peores.

De cada variedad se tiene un árbol sin poda, otro a poda mínima y otro tradicional. Los resultados obtenidos en función de la poda no tienen significación estadística, pero nos proporcionan tendencias, que en nuestro caso es que la poda no aumenta la cosecha sino al contrario, y además supone un coste añadido.

5.2. MARCO DE PLANTACIÓN Y SISTEMA DE FORMACIÓN

Marco de plantación

La densidad de plantación (número de árboles por unidad de superficie) es determinante sobre aspectos esenciales para la rentabilidad del cultivo, como son: la precocidad de entrada en producción, el nivel productivo en estado adulto, la inversión inicial, los costes y el manejo del cultivo y la vida útil de la plantación. Al aumentar la densidad de plantación se mejora la precocidad de entrada en producción, reduciéndose el periodo improductivo. Por el contrario, a mayor densidad de plantación tendremos unos costes de implantación más altos y, normalmente, mayores costes de ejecución de las labores, así como una mayor incidencia de enfermedades y una vida útil de la plantación más corta. Hay un nivel máximo que depende de las condiciones del medio y del sistema de cultivo y para una especie como el almendro puede fijarse en torno a los 300 árboles/ha (Arquero *et al*, 2013).

Las densidades y marcos de plantación se fijan teniendo en cuenta, principalmente, las disponibilidades de agua del medio, las dimensiones de la maquinaria utilizada en el manejo del cultivo, el vigor del material vegetal empleado y el potencial de crecimiento vegetativo. Las densidades en plantaciones comerciales suelen oscilar entre los 150 y 350 árboles/ha, con calles de 6-9 m y distancias entre árboles dentro de la fila de 5-8 m (Lovera, 2016).

En la parcela hay un total de 12 filas, con tres árboles de cada variedad a un marco de 5, 5 x 6 m, lo que supone una densidad de 300 árboles por hectárea. Este marco es más estrecho que el comercial debido a que había que darle continuidad a las calles de la parcela de frutales. El normal es una calle de 6,5 a 7 m y una distancia entre árboles de 5,5 a 6 m, pero el cultivo a efecto de ensayo se puede manejar con la calle más estrecha porque no se hace recolección con vibrador y paraguas invertido. No obstante a efectos del cálculo de la producción por hectárea se considera un marco de 6 x 6 m, o sea de 278 árboles por hectárea, aunque la densidad real sea un poco superior.

El ensayo se cerró en 2020, en el 10º año de plantación, pudiendo considerarse árboles adultos y en plena producción.

La plantación se realizó con riego localizado a goteo, con una tubería porta goteros por fila de árboles con gotero interlinea de 2,2 l/h, separados 0,40 m. Se cubrieron las filas de árboles con una malla anti hierbas de polifibril negro de 105 gr/m² de 1,8 metros de ancho por encima de las tuberías de riego. En el 6º año se duplicó la tubería de riego para humectar más suelo y poder satisfacer la demanda de árboles, ya en pleno desarrollo, y se puso tela cubresuelos nueva más ancha de 2,5 m.

Las labores culturales que se realizaron todas las campañas agrícolas 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.

Sistema de formación

La poda intenta, respetando lo máximo posible la tendencia natural del árbol, conseguir una estructura que asegure la suficiente solidez mecánica, para evitar arqueamientos o roturas de las ramas y una buena ramificación e iluminación de la copa, que permitan alcanzar altos niveles productivos y un máximo de vida productiva de la plantación.

Las intervenciones de poda que han de ser sencillas y lo más limitadas posible, practicando lo que se conoce como poda larga o mínima. La intensidad de la poda de formación dependerá, sobre todo, de los hábitos vegetativos de la variedad. Para cultivares con bajo grado de ramificación, portes muy abiertos o tendencia al arqueamiento de las ramas, serán necesarias podas cortas de alta intensidad, con cortes de rebaje durante los 2-3 primeros años, que modifiquen la tendencia natural y permitan alcanzar una estructura con el grado de solidez y ramificación necesarias. Para variedades de portes medios/erguidos y buen grado de ramificación se adoptará una poda mínima desde el primer año, que se limite a un aclareo de las ramas mal situadas (Arquero *et al*, 2013).

En nuestro ensayo se ha empleado el sistema de formación de vaso de pisos, cuya estructura básica es un conjunto equilibrado, constituido por 3 ramas primarias, también llamadas principales o brazos, unidas directamente al tronco en la zona denominada "cruz". A lo largo de las primarias se insertan, de forma sistemática, las ramas secundarias o pisos y sobre estas las ramas terciarias, estas últimas constituyen las ramas fructíferas del árbol.

Se pretendía obtener resultados aplicando diferentes intensidades de poda: sin poda, poda mínima y poda tradicional. Cada fila tiene tres árboles de la misma variedad, de ellos el primero está podado de forma tradicional en vaso sobre tres brazos principales. El segundo se lleva con poda mínima, formando un vaso multibrazo en el que sólo se eliminan ramas exteriores falderas y las del centro que se cruzan, pero sin limitar altura. Y el tercero se lleva sin ninguna poda, pretendiendo así ver el comportamiento natural de la variedad, tanto en densidad de ramificaciones como en altura y faldas.

En esta labor cultural, por lo tanto, se ha diferenciado entre el tratamiento con poda normal (aclareo y rebaja de los árboles, manteniendo únicamente cuatro o cinco brazos), el de poda mínima (limitada a la eliminación de chupones y ramas secas, mal situadas o enfermas) y el tratamiento de no poda (no se elimina ninguna rama ni chupón).

Foto 2. Árbol de la izquierda en no poda y el de la derecha con poda mínima (03/02/2020).



En las siguientes fotografías se aprecian los instrumentos empleados para la realización de las podas.

Foto 3. Poda con tijera de dos manos, motosierra corta de batería y podadora en altura de batería.



5.3. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS

El almendro es un cultivo que presenta una adaptación a condiciones muy diversas, pudiendo soportar elevadas temperaturas veraniegas y fríos extremos invernales, sobrevivir a prolongados periodos de sequía y adaptarse también a suelos muy pobres. En nuestra parcela, las condiciones han sido las más favorables para alcanzar elevados niveles productivos: buen clima libre de heladas, agua de riego de buena calidad y suelos fértiles y profundos.

Características del agua de riego

El agua procede de la suministrada por la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, que es una mezcla de aguas del Tránsito Tajo Segura, aguas de las desaladoras, más una pequeña parte de aguas depuradas. A una muestra de esta agua se le realizó un ensayo en laboratorio, donde los resultados fueron los siguientes:

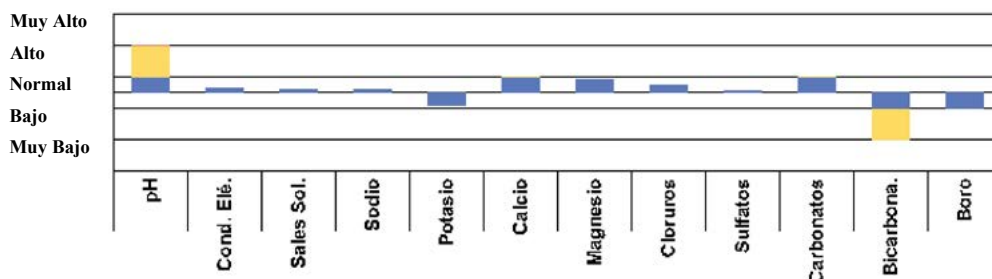
Tabla 3. Analítica de agua del Trasvase Tajo-Segura en el año 2019.

INFORME DE ENSAYO (Analytical Report)						
RESULTADOS: Los resultados obtenidos, con su incertidumbre para un factor K=2 han sido los siguientes:						
RESULTS: the results uncertainty has been calculated for k=2 factor						
La incertidumbre indicada corresponde a la incertidumbre expandida utilizando un valor de k=2, el cual corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95%						
The uncertainty indicated corresponds to the expanded uncertainty using a value of k=2 corresponding to a confidence level of 95%						
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	Incertidumbre (Uncertainty)	Equivalencias (Equivalency)		LC (LQ)	Método (Method)
		mg/l	meq/l	mmol/l		
Sodio (Na)	122	± 12	5.30	5.30	5.0 (mg/l)	QUI_1000_ICP_MS
Potasio (K)	6.18	± 0.53	0.158	0.158	1.0 (mg/l)	QUI_1000_ICP_MS
Calcio (Ca)	52.9	± 4.5	2.65	1.32	5.0 (mg/l)	QUI_1000_ICP_MS
Magnesio (Mg)	28.7	± 2.4	2.36	1.18	5.0 (mg/l)	QUI_1000_ICP_MS
Boro (B)	0.501	± 0.044	0.0463	0.0463	0.05 (mg/l)	QUI_1000_ICP_MS
*Cloruros (Cl-)	193		5.44	5.44	5.0 (mg/l)	IC-100
*Sulfatos (SO4)	148		3.08	1.54	5.0 (mg/l)	IC-100
*Carbonatos (CO3 2-)	< 5.0		< 0.167	< 0.0833	5.0 (mg/l)	QUI0006
*Bicarbonatos (HCO3 -)	118		1.93	1.93	5.0 (mg/l)	QUI0006
*Nitratos (NO3)	6.14		0.0990	0.0990	1.0 (mg/l)	IC-100
*Nitrógeno Amoniacal (NH4)	< 0.10		< 0.00556	< 0.00556	0.1 (mg/l)	QUI0009
Fosfatos (H2PO4)	0.548	± 0.049	0.00565	0.00565	0.31 (mg/l)	QUI_1000_ICP_MS
DETERMINACIONES POTENCIOMÉTRICAS						
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)	Método (Method)	
pH (a 22.4°C)	8.1		± 0.2	N.D.	AGU0101	
Conductividad Eléctrica (a 25°C)	1.11	(mS/cm)	± 0.11	0.15 (mS/cm)	AGU0201	
OTRAS DETERMINACIONES						
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)	Método (Method)	
*Sales Solubles Totales (TDS)	724	(mg/l)		N.D.		
ÍNDICES (Indicators)						
Índice (Indicator)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Índice (Indicator)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	
*Sales Solubles	0.67	(g/l)	*SAR Ajustado	4.92		
*Presión Osmótica	0.40	(atmósferas)	*Índice de Scott	10.59		
*Punto de congelación	-0.03	(°C)	*Índ. de Saturación de Langelier	0.18		
*Dureza	25.06	(° Franceses)	*Alcalinidad a eliminar	2.89	(meq/l)	
*pH Corregido (pHc)	7.93		*Alcalinidad P	96.72	(ppm CaCO3)	
*Carbonato Sódico Residual (C.S.R.)	-3.08	(meq/l)	*Alcalinidad M	< 4.17	(ppm CaCO3)	
*Relación de Adsorción de Sodio (SAR)	3.35		*Índice de Ryzner	7.75		

El informe agronómico del agua de riego aplicada al ensayo consta de los siguientes apartados:

1. NIVELES

Figura 3. Niveles de elementos del agua de riego.



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. Este microelemento resulta perjudicial por su acumulación en ciertos cultivos.

4. CONTAMINACIÓN POR NITRÓGENO

Debido a su procedencia, un agua de riego puede tener cierta concentración de Nitrógeno. Para el caso de agua de pozo, artesiana, esto supone que esta agua tiene aportes de aguas superficiales, drenajes, que en la mayoría de los casos empeoran su calidad. Para esta agua, la cantidad de nitrógeno es baja.

5. ÍNDICES

La utilización de estos parámetros en la evaluación de un agua de riego se debe, en algunos de los índices utilizados, al efecto contrapuesto que tienen algunas sales que pueden mejorar o empeorar la calidad de un agua. Son de utilidad estos índices para la comparación de aguas, sobre todo si su contenido en sales es muy parecido. Los índices más utilizados son los siguientes, así como sus niveles:

Tabla 4. Índices de calidad del agua de riego en el año 2019.

ÍNDICE	VALOR	CALIFICACIÓN
S.A.R. (Relación de Adsorción de Sodio)	3.35	BAJO
S.A.R. Ajustado	4.92	BAJO
pHc	7.93	
C.S.R. (Carbonato Sódico Residual)	-3.08	ACEPTABLE
DUREZA (°Franceses)	25.06	SEMIDURA
ÍNDICE DE SCOTT (Coeficiente Alcalimétrico)	10.59	CALIDAD TOLERABLE
ALCALINIDAD A ELIMINAR (meq/litro)	2.89	

pHc. Refleja el pH al cual el agua comenzaría a precipitar Carbonatos. Si la diferencia entre el pH del agua y el pHc es positiva, se provocarán precipitaciones, y por lo tanto obturaciones, en las instalaciones de riego por goteo; si por el contrario este valor es negativo no se planteará este problema. Para solucionar este problema se debe utilizar ácidos en el abonado, las cantidades necesarias para obtener el pHc, dependen del Ácido a utilizar (Riqueza y Densidad), la fórmula a aplicar sería:

$$\text{Ácido Nítrico (litros/100 m}^3 \text{ de agua de riego)} = \frac{\text{Alcalinidad a eliminar (meq/l)} * 630}{\text{Riqueza (\%)} * \text{Densidad (g/cc)}}$$

Para el caso concreto de este agua, y utilizando Ácido Nítrico de 59% de riqueza y densidad 1.35 g/cc; el volumen de ácido necesario para 100 metros cúbicos de agua de riego sería de 23 litros.

6. RECOMENDACIONES PARA EL CULTIVO

Para utilizarla como agua de riego, se deberá tener en cuenta el análisis del agua para realizar un plan abonado, a la vez que se utilizarán los datos de análisis de suelo así como las necesidades del cultivo a fertilizar.

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.

Tabla 5. Aportes de nutrientes por el agua de riego, análisis del año 2019.

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

7. CONSIDERACIONES FINALES

Para determinar la calidad de esta agua de riego, tendremos en cuenta los valores del Índice de Scott y de la Conductividad Eléctrica (C.E).

- Si el Índice de Scott es superior a 8 y la Conductividad es menor de 2, se considerará que el agua es de buena calidad.
- Si el Índice de Scott es menor de 6 y la Conductividad es mayor de 3, se considerará que el agua es de mala calidad.
- En cualquier otro caso se considerará que el agua es de calidad media.

En este caso 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.

Características del suelo del ensayo

En cuanto al suelo se refiere, éste es profundo, con una textura franco-limosa, un contenido de materia orgánica bajo (en el entorno del 1,19%) y baja salinidad. La elevada profundidad efectiva del suelo ha permitido un buen desarrollo radicular y, por consiguiente, una buena disponibilidad de agua y nutrientes.

Figura 4. Distribución de la textura del suelo.

****Textura (USDA) (SUE0008) : Franco-Limosa***

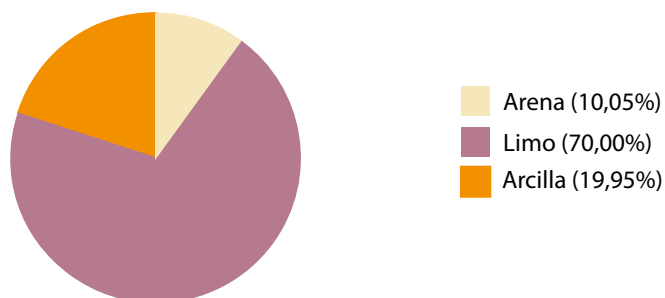


Tabla 6. Parámetros del suelo del ensayo, análisis del año 2019.

Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)	Método (Method)
*Extracto acuoso	1:2 (suelo:agua)			N.D.	
pH (a 28.0°C)	8.6		(1)	5.0	SUE2400
*Color	7.5 YR 6/3 Marrón claro			N.D.	SUE0006
SALINIDAD					
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)	LC (LQ)	Método (Method)
Conductividad (extracto acuoso 1:2, a 25°C)	0.330	(mS/cm)	(1)	0.14 (mS/cm)	SUE2401
*Cloruros (en el extracto acuoso)	< 0.29	(meq/l)	(1)	0.29 (meq/l)	IC-100
*Sulfatos (en el extracto acuoso)	0.222	(meq/l)	(1)	0.21 (meq/l)	IC-100
*Sodio (en el extracto acuoso)	0.393	(meq/l)	(1)	N.D.	QUI0010
*Sodio asimilable	43.0	(mg/kg)	(1)	N.D.	QUI0011
*Bicarbonatos	2.00	(meq/l)	(1)	0.1 (meq/l)	QUI0006

Tabla 7. Parámetros de fertilidad del suelo del ensayo, análisis del año 2019.

MACROELEMENTOS	RESULTADO	MICROELEMENTOS	RESULTADO
Nitratos	4,86 mg/kg de N	Hierro asimilable	0,309 mg/kg
Nitrógeno total	0,0868 %	Boro asimilable	1,08 mg/kg
Fósforo asimilable	38,3 mg/kg	Manganeso asimilable	0,817 mg/kg
Potasio asimilable	3,32 mg/kg	Cobre asimilable	0,604 mg/kg
Calcio asimilable	27,10 mg/kg	Zinc asimilable	0,671 mg/kg
Magnesio asimilable	0,583 mg/kg	Caliza total	39,4 %
Materia orgánica	1,19 %	Caliza activa	18,1 %
Carbono orgánico	0,88 %		

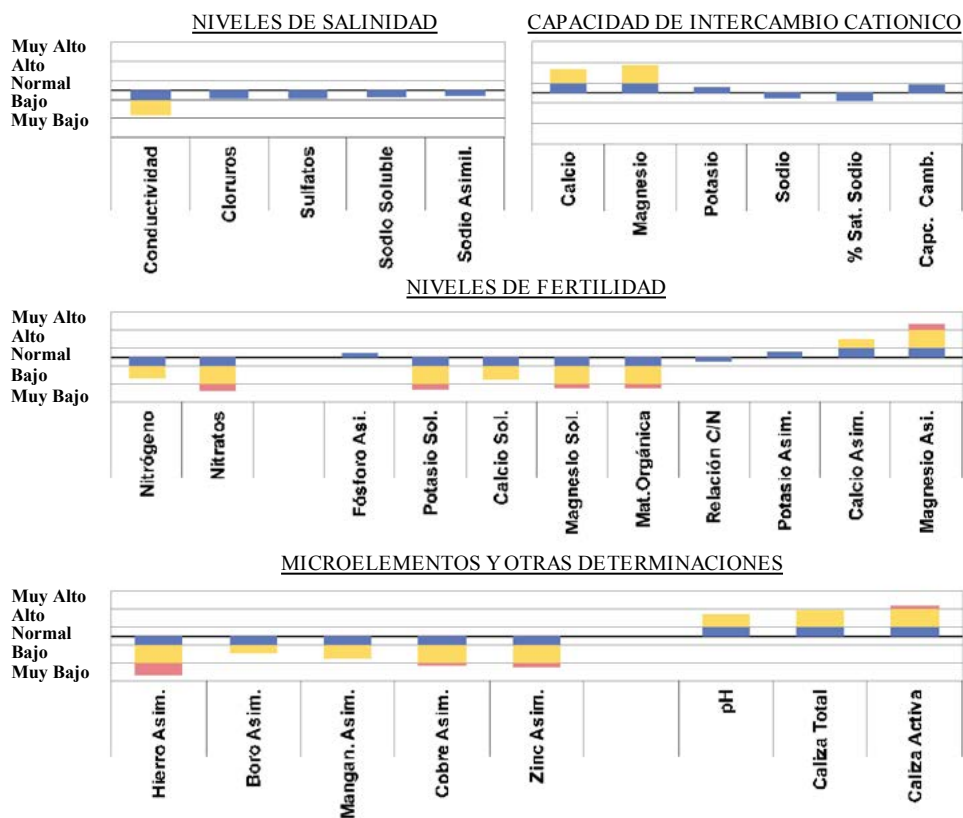
El suelo además presenta una capacidad de intercambio catiónico de 18,8%, una densidad aparente de 1,43 g/cc, una relación C/N de 10,53, una capacidad de campo del 23,80% en suelo seco y un punto de marchitez permanente del 13,3%, lo que supone un intervalo de humedad disponible del 10,50%.

El informe agronómico del suelo dónde se ha desarrollado el ensayo consta de los siguientes apartados:

1. NIVELES

En general se observa una baja fertilidad del suelo y muy bajos niveles de nutrientes, consecuencia lógica de unas elevadas extracciones continuadas durante varios años y una aplicación de abonado muy limitada, en consonancia con la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor.

Figura 5. Niveles de los principales parámetros del suelo.



2. EXTRACTO 1:2 (SUELO: AGUA)

Tabla 8. Principales valores presentados en el suelo.

DETERMINACIÓN							NIVELES
pH	8.60						6.50 - 7.50
Conductividad eléctrica	0.330 (mS/cm)						0.75 - 1.50
S.A.R.	0.41						<10
Elementos en el extracto	Resultado informe		mg/l	meq/l	mmol/l	NIVELES ÓPTIMOS (mmol/l)	
Sulfatos	0.222 (meq/l)	91.43 Kg/Ha	10.66	0.22	0.11	< 2	
Cloruros	< 0.29 (meq/l)	41.12 Kg/Ha	4.79	0.14	0.14	< 3	
Nitratos	4.65 (mg/kg de N)	19.94 Kg(N)/Ha	10.29	0.17	0.17	1.50 - 4	
Sodio	0.393 (meq/l)	77.55 Kg/Ha	9.04	0.39	0.39	< 3	
Potasio	0.184 (meq/l)	74.07 Kg(K ₂ O)/Ha	7.19	0.18	0.18	0.75 - 2	
Calcio	1.45 (meq/l)	348.35 Kg(CaO)/Ha	29.00	1.45	0.73	1 - 2	
Magnesio	0.401 (meq/l)	69.34 Kg(MgO)/Ha	4.87	0.40	0.20	0.63 - 2	
Fósforo							

- Concentración de Sales, presenta niveles **normales** en Sodio, Cloruros y Sulfatos.
- Conductividad en el Extracto 1:2 (suelo:agua), **0,330 mmho/cm** califican este suelo como **no salino**(menor de 0.75). Hay que considerar que nutrientes como Calcio, Magnesio, Potasio y Nitratos, también contribuyen en la conductividad.
- pH (reacción del suelo). Alcanza un nivel **alto**.

3. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (C.I.C)

Tabla 9. Capacidad de intercambio catiónico del suelo.

DETERMINACIÓN	meq/100 g suelo	ÓPTIMO	ppm	(%)	NIVEL	
<i>C.I.C.(suma de cationes)</i>	18.90	10 - 20			NORMAL	-
<i>Calcio</i>	13.30	6 - 10.50	2660.00	70.37	ALTO	16007.91 Kg(CaO)/Ha
<i>Magnesio</i>	4.72	1.30 - 3	573.48	24.97	ALTO	4082.43 Kg(MgO)/Ha
<i>Potasio</i>	0.81	0.50 - 0.90	317.49	4.30	NORMAL	1634.45 Kg(K ₂ O)/Ha
<i>Sodio</i>	0.11	< 0.50	24.84	0.57	NORMAL	106.56 Kg/Ha
<i>Relación Calcio/Magnesio</i>	2.82	1 - 10			NORMAL	-
<i>Relación Potasio/Magnesio</i>	0.17	0.20 - 0.50			BAJO	-
<i>Saturación Sodio (%)</i>	0.57	< 7			NORMAL	-

- Es la posibilidad que tiene un suelo de retener elementos en forma catiónica en suelos alcalinos. El mayor o menor valor de esta retención dependerá del contenido de Arcilla y Materia Orgánica, con valores altos de estos dos parámetros mayor capacidad de intercambio presenta un suelo.
- La C.I.C., en suelos alcalinos, coincide con la suma de los Cationes de Cambio. Los Cationes de Cambio (sodio, potasio, calcio y magnesio) se determinan como la diferencia entre los elementos asimilables y los solubles, medidos en el extracto acuoso.
- Saturación de Sodio** (mide el grado de sodificación del suelo), **0.57%**, clasifica este suelo como **normal** (menor de 7).

4. ELEMENTOS ASIMILABLES Y OTRAS DETERMINACIONES

Tabla 10. Microelementos y macroelementos asimilables en el suelo.

MICROELEMENTOS ASIMILABLES		ÓPTIMO		
BORO (ppm):	1.08	1.50 - 3	BAJO	4.63 Kg/Ha
HIERRO (ppm):	0.31	2 - 4	MUY BAJO	1.33 Kg/Ha
MANGANESO (ppm):	0.62	1 - 3	BAJO	2.65 Kg/Ha
COBRE (ppm):	0.50	1.20 - 2	MUY BAJO	2.16 Kg/Ha
ZINC (ppm):	0.57	1.25 - 2.50	MUY BAJO	2.45 Kg/Ha
MOLIBDENO (ppm):				
MACROELEMENTOS ASIMILABLES		ÓPTIMO		
FÓSFORO (ppm):	38.60	25 - 45	NORMAL	379.21 Kg(P ₂ O ₅)/Ha
SODIO (ppm):	43.00	< 250	NORMAL	184.47 Kg/Ha
POTASIO (ppm):	332.00	240 - 360	NORMAL	1709.14 Kg(K ₂ O)/Ha
CALCIO (ppm):	2710.00	1000 - 2400	ALTO	16276.26 Kg(CaO)/Ha
MAGNESIO (ppm):	583.00	110 - 350	MUY ALTO	4146.77 Kg(MgO)/Ha
OTRAS DETERMINACIONES		ÓPTIMO		
CALIZA TOTAL (%):	39.40	10 - 20	ALTO	1690.26 Tn/Ha
CALIZA ACTIVA (%):	18.10	6 - 9	MUY ALTO	776.49 Tn/Ha
MATERIA ORGÁNICA (%):	1.19	2 - 3	MUY BAJO	51.05 Tn/Ha
NITRÓGENO (%):	0.07	0.10 - 0.21	BAJO	2814.24 Kg(N)/Ha

- Los valores de los cationes asimilables (Calcio, Magnesio, Potasio) junto con Fósforo, Materia Orgánica y Nitrógeno, informan del grado de fertilidad que presenta el suelo.
- Este suelo presenta una **Relación Carbono/Nitrógeno** NORMAL (entre 10 y 12), lo que indicaría una equilibrada liberación de Nitrógeno nítrico.
- CARBONATO CÁLCICO**, el "Total" toma valores **altos**; el "Activo" toma valores **muy altos**, lo que podría producir el bloqueo de ciertos nutrientes: Hierro(clorosis Férrica), Zinc, Cobre, Manganeseo, Fósforo, Potasio y Magnesio. Se pueden ir amortiguando estos niveles excesivos mediante la aplicación de Ácidos en el abonado, así como para contrarrestar la absorción de estos nutrientes se pueden hacer aportaciones extras de Materia Orgánica.
- La densidad aparente (Da)** es la razón de la masa de suelo seco al volumen de dicho suelo en su estado natural, es decir, considerando el volumen que ocupan las partículas sólidas y los poros.
- TEXTURA.** Se trata de un suelo "**medio**", con **buena** capacidad de retención de agua y abonos.
- CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA DISPONIBLE (CRAD):** Se calcula a partir de la textura, la densidad aparente (Da) y los elementos gruesos mayores de 2 mm. En este suelo se ha obtenido CRAD=0.149 [mm agua/mm suelo]. Si el espesor del suelo es de 30 cm (300 mm) tendremos que:

$$CRAD \times 300 \text{ [mm]} = 44.7 \text{ [mm agua]} = 44.7 \text{ [l/m}^2\text{]} = 447 \text{ [m}^3\text{/Ha]}$$
- COLOR.** Es una propiedad importante en el reconocimiento y clasificación de los suelos y en la fotointerpretación. La nomenclatura está basada en la tabla Munsell (matiz, brillo e intensidad). Entre las diferentes coloraciones nos podemos encontrar: **Rojos y Amarillos** (presencia de óxidos de Hierro en sus diversos estados de hidratación), **Blancos** (presencia de Caliza, Yeso, Cuarzo, Arcillas decoloradas ó inflorescencias salinas de Cloruros y Sulfatos), **Negros** (materia Orgánica) y **Grisés** (mezcla de blancos y negros).

5- CONSIDERACIONES FINALES

*SALINIDAD: No salino. Los iones más tóxicos, sodio y cloruros se encuentran en una concentración normal. La modicidad del Suelo o Saturación de Sodio es normal.

*FERTILIDAD: De los datos obtenidos en la tabla de fertilidad, el nitrógeno, presenta un nivel bajo, así como el valor de la materia orgánica es muy bajo, para este tipo de suelo; el nitrógeno nítrico, muy bajo; aunque esta fracción de nitrógeno es bastante fluctuante y depende de que se haya realizado un abonado recientemente. El fósforo asimilable toma un valor normal. El potasio asimilable presenta un nivel normal.

*OTRAS DETERMINACIONES: Destacar que es un suelo medio, con contenido alto de caliza y con pH alto.

Datos climáticos

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.

Tabla 11. Características climáticas de la estación meteorológica de Torre-Pacheco.

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

5.4. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES ENSAYADAS

El ensayo se realizó implantando una parcela de variedades de almendra sobre el patrón híbrido melocotonero x almendro GF-677, que es de los más empedados en este cultivo en regadío. Las principales características de este patrón son: buena compatibilidad con todas las variedades de almendro, elevado vigor, resistencia a condiciones de sequía y a altos contenidos en caliza, buena precocidad de entrada en producción y elevados potenciales productivos.

Las variedades se han elegido principalmente por su elevada productividad ya demostrada en otras zonas y por no necesitar polinización cruzada, al presentar un buen nivel de autogamia.

Las características más deseables en una variedad de almendro, todas ellas presentes en las variedades escogidas, son:

- Autocompatibilidad: elimina la necesidad de polinización cruzada, permite plantaciones de una sola variedad facilitando el manejo y recolección, lo que reduce los costes.
- Floración tardía: evita los posibles daños de heladas de primavera
- Ramificación poco abundante: árboles con buenas renovaciones, poco exigentes en poda.
- Calidad comercial: ausencia de dobles, cáscara dura o semidura, abundante floración.
- Otras aptitudes: resistencia a plagas y enfermedades, fácil desprendimientos y descascarado, adaptación a distintos tipos de cultivo.

Las variedades ensayadas desde el principio son: 'Marinada', 'Vairo', 'Constantí', 'Soleta', 'Belona', 'Lauranne', 'Carreró', 'Colorada'. Se introdujeron en 2017 la variedad 'Penta' y 'Makako', que se injertaron sustituyendo una fila de 'Garrigues' que en las condiciones climáticas de la Comarca no había dado resultados satisfactorios. En enero de 2020 se produjo el arranque de las variedades de almendros 'Makako', 'Blanquilla', 'Garrigues' y 'Mollar', en vista de los pobres resultados de las mismas.

Las variedades ensayadas han sido obtenidas por el IRTA (Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria) de Tarragona, el INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) de Francia, el CITA (Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria) de Aragón y el CEBAS (Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura) de Murcia, así como alguna variedad local y las características iniciales por las que han sido escogidas son las siguientes:

Tabla 12. Características de las variedades elegidas en el ensayo.

VARIEDAD	TIPO	OBTENTOR	CARACTERÍSTICAS DESTACADAS	MÁS
1 `Marinada´	Variedad autofertil de floración muy tardía	IRTA Procedente del cruzamiento `Lauranne´ x `Glorieta´	Florece despues que `Guara´. El árbol es de porte muy erecto con muy pocas ramificaciones. Vigor medio y porte medio que permite marcos más estrechos. Poda muy fácil. Tolerante al "fusicocum". La producción es alta sobre ramilletes de mayo. La almendra es semidura, grande un con un rendimiento del 32%, sin dobles. Recolección muy tardía.	
2 `Vairo´ o `Vayro´	Variedad autofertil de floración tardía	IRTA	Florece antes que `Guara´, poliniza bien con `Constantí´. El árbol es de porte medio a caedizo con bastantes ramificaciones, pero fácil de podar y recolectar. Vigoroso y rápida entrada en producción. Tolerante a "fusicocum" y "mancha ocre". La producción es alta sobre ramilletes de mayo. La almendra es dura mediana, con un rendimiento del 30% y sin frutos dobles. Recolección media estación.	
3 `Constantí´	Variedad autofertil de floración tardía	IRTA	Florece antes que `Guara´. El árbol es vigoroso, de porte erecto con pocas ramificaciones, muy fácil poda y tamaño medio. Tolerante a la "mancha ocre" y sensible al "fusicocum". La producción es alta sobre ramilletes de mayo. La almendra es muy dura y con un rendimiento del 26% y sin dobles. Recolección temprana.	
4 Variedad local desconocida	Variedad autoestéril	Agricultor de la zona	Muy productiva y rústica	
5 `Soleta´	Variedad autofertil de floración tardía	CITA	El árbol es vigoroso, de porte medio y abierto, con bastantes ramificaciones. La poda es fácil. La producción es alta. La almendra es muy dura y con un rendimiento del 33%. Cáscara dura, pepita similar a Largueta, fácil de cultivar y mecanizar. Recolección tardía.	

VARIEDAD	TIPO	OBTENTOR	CARACTERÍSTICAS MÁS DESTACADAS
6 `Belona´	Variedad autofértil de floración tardía	CITA	El árbol es vigoroso, de porte medio, erecto y con ramificaciones medias. Su cultivo es fácil. La producción es alta. La almendra es muy dura y con un rendimiento del 29%. Recolección temprana.
7 `Lauranne´	Variedad autofértil de floración tardía	INRA	El árbol es de porte medio erecto con ramificaciones medias. La producción es alta. La almendra es semi dura y con un rendimiento del 30%. Recolección tardía.
8 Variedad local desconocida	Variedad autoestéril	Agricultor de la zona	Muy productiva y rústica
9 `Carreró´	Variedad autoesteril	Variedad de originaria de Alicante	El árbol es de porte erecto con muchas ramificaciones. La producción es baja. La almendra es muy dura y con un rendimiento del 26%. Recolección tardía.
10 `Colorada´	Variedad autoesteril de floración temprana	Variedad de originaria del Campo de Cartagena	El árbol es de porte medio erecto con muchas ramificaciones. La producción es alta. La almendra es muy dura y con un rendimiento del 33%. Recolección tardía.
11 `Ramillete´	Variedad autoestéril de floración temprana	Variedad de originaria del Campo de Cartagena	El árbol es de porte medio erecto con muchas ramificaciones y forma sus almendras en ramilletes, de ahí su nombre. La producción es alta y va muy bien en secano. La almendra es dura y con un rendimiento del 30%. Floración y recolección muy tempranas. Necesita polinización cruzada. Almendras alargadas, estrechas y planas con cáscara dura y frutos de alta calidad.
12 `Penta´	Variedad autofértil de floración extra-tardía	Obtención del CEBAS-CSIC	El árbol es de vigor y porte intermedios y ramificación equilibrada en brindillas y ramos mixtos. La floración es alta, con un elevado nivel de auto-fertilidad y maduración temprana. El rendimiento es del 27%. con cáscara dura y sin frutos dobles.
13 `Makako´	Variedad autofértil de floración extra-tardía	Obtención del CEBAS-CSIC	El árbol es de vigor y porte altos. La floración es alta, con un elevado nivel de auto-fertilidad y maduración media. El rendimiento al descascarado es del 33% y tiene frutos de mayor tamaño que `Penta´.

Las "nuevas" variedades ensayadas son: `Marinada`, `Vairo`, `Constantí`, `Soleta`, `Belona`, `Lauranne`, `Carreró`, `Penta` y `Makako`, que se comparan con las tradicionales de la Comarca `Colorada`, y `Ramillete` y con algunas variedades locales de elevada producción.

Fuera del ensayo hay árboles sueltos que se han mantenido para comparación de floración y fructificación de las variedades `Blanquilla`, `Garrigues`, `Mollar`, `Marta`, `Filippo`, `Sastresa`, `Ramillete`, `Carreró` y las que hemos llamado `G-13` y `G-28`.



5

Manejo del cultivo



6.1. PREPARACIÓN DEL SUELO Y LABORES DE CULTIVO

El laboreo es el sistema de manejo de suelo más empleado en almendro, por la facilidad que presenta para la eliminación de las malas hierbas y la mejora que supone la eliminación de cárcavas y rotura de la costra superficial que se forma tras las lluvias o el riego; pero presenta inconvenientes, como impedir el desarrollo radicular en el horizonte superficial del suelo (con lo que no se aprovechan las lluvias de poca intensidad), provoca daños en raíces y troncos, disminuye el contenido de materia orgánica y rompe la estructura del suelo. Además presenta un coste energético más alto, puede haber dificultad en el tránsito de la maquinaria, provoca mayores pérdidas de agua por evaporación y favorece la erosión.

El no laboreo tiene como principales ventajas la de permitir el desarrollo radicular en superficie y la de tener un bajo coste energético, siendo sus inconvenientes el de reducir la tasa de infiltración del suelo, favorecer su compactación y precisar del uso de herbicidas o acolchado para controlar las malas hierbas. En nuestra línea de realizar un mínimo empleo de inputs, no se ha querido aplicar herbicidas por regla general, salvo en los márgenes del ensayo y en momentos puntuales, siendo estos motivos los que han llevado a elegir un sistema mixto de mantenimiento del suelo mediante laboreo entre calles y acolchado bajo los árboles

La zona de riego está cubierta por tela cubresuelos, que reduce la evaporación del agua y las hierbas y la calle se cultiva con fresadora, para eliminar las malas hierbas y mejorar la infiltración de la lluvia. Esta banda entre la tela y la parte cultivada, que al principio se trataba con herbicida, a partir del año 2017 se trabaja empleando sólo sistemas mecánicos, como desbrozado u otros compatibles con la agricultura ecológica.

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 éstas y la evaporación del agua de riego.

Foto 4. Aspecto general de la plantación, dónde se aprecia el porcentaje de suelo cubierto.



6.2. RIEGOS Y ABONADOS

Fertilización

La fertilización tiene como objetivo satisfacer los requerimientos nutritivos de la planta cuando estos no sean aportados en los momentos y cantidades necesarias por el suelo. Los suelos presentan una gran variabilidad respecto a sus características físico-químicas y de fertilidad y también las necesidades nutritivas varían según la edad y los estados vegetativos y productivos del árbol. Por todo ello, no pueden darse recomendaciones genéricas de fertilización.

Tradicionalmente se ha considerado que mediante el abonado se debería restituir al suelo las cantidades de nutrientes que la cosecha extraía; pero este método es desaconsejable por la falta de respuesta al abonado cuando un elemento está disponible en cantidad suficiente en la solución del suelo, y la no cuantificación del consumo de lujo (Arquero *et al*, 2013).

El siguiente cuadro indica los criterios del abonado de restitución para el almendro, inmobilizaciones, extracciones y necesidades de fertilizante, expresadas en kg/ha de elemento nutritivo, para dos niveles productivos: 1000 y 4000 kg/ha de almendra cáscara.

Tabla 13. Criterios de abonado de restitución en almendro. Tomado del libro "Manejo del almendro". Junta de Andalucía, 2013.

Elemento nutritivo	Inmovilizado	Producción 1000 kg/ha		Producción 4000 kg/ha	
		Extracción	Aporte fertilizante	Extracción	Aporte fertilizante
Nitrógeno (N)	40	10-20	30	40-80	90
Fósforo (P ₂ O ₅)	6	1,5-2,5	20	6-10	50
Potasio (K ₂ O)	30	13-15	40	52-60	100
Calcio (CaO)	30	1,5-2,5		6-10	
Magnesio (MgO)	4	0,8-1,0	20	3,2-4,0	50
Hierro (Fe)	1,5	0,4-0,6		1,6-2,4	
Manganeso (Mn)	0,5	0,04-0,006		0,16-0,24	
Zinc (Zn)	0,8	0,1-0,3		0,4-0,12	

Actualmente se considera que el plan anual de fertilización de los cultivos leñosos se ha de basar en el diagnóstico del estado nutritivo de la planta, determinado mediante el análisis foliar, debiéndose de complementar con una serie de informaciones o referencias, como son: características del suelo, sintomatología que presente la planta, estado vegetativo y productivo, y manejo del cultivo (Arquero *et al*, 2013).

El análisis foliar es el mejor método para diagnosticar el estado nutritivo del árbol. Permite detectar niveles bajos de nutrientes, antes de que se den deficiencias, establece la respuesta al abonado aplicado y detecta las toxicidades por cloro, boro y sodio.

El abonado se ha realizado preferentemente cuando el árbol tiene actividad vegetativa y, por lo tanto, con mayor capacidad de absorción de nutrientes, fraccionando además la aplicación a lo largo del periodo vegetativo. La aplicación de fertilizantes ha sido disueltos en el agua de riego, a bajas concentraciones y cortando al final del periodo vegetativo.

La fertirrigación se realiza mediante programa de abonado, controlando pH a 6,9 y C.E a 2,2 mmhos/cm², el agua de riego procede de la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, que es agua del Trasvase Tajo-Segura, de desaladoras, 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 2019 en 1,11 ds/m. Se ha regado por incremento de conductividad dependiendo del ciclo vegetativo entre 0,8 a 0,4 mmhos/cm².

Los fertilizantes más frecuentemente empleados han sido: fosfato mono-potásico, nitrato de calcio, nitrato potásico, ácido nítrico, quelato de hierro y micro elementos. Las soluciones se concentran un 5%.

Riegos

Con dotaciones cercanas a los 3-4.000 m³/ha el cultivo del almendro presenta una respuesta al riego sumamente satisfactoria, siempre y cuando se aplique en el momento adecuado y de forma óptima. El desarrollo de estrategias de riego con dotaciones

inferiores al óptimo se debe a la creciente limitación de recursos hídricos disponibles, causada por la mayor competencia por los recursos con otros sectores, a la disminución de precipitaciones prevista por los efectos del cambio climático y a las consideraciones medioambientales (Arquero *et al*, 2013).

Para la determinación de las necesidades de riego de cualquier cultivo el método más preciso es el de lisímetros de pesada, que sólo se usa en investigación. Otros procedimientos como el uso de medidas en planta (como sistemas de medida de flujo de savia o dendrometría), o con medidas en suelo (por medio de sondas de humedad FDR o TDR) cada vez tienen más relevancia y son usados por más técnicos y agricultores. La alternativa más usada para la programación de riegos es la realización de balances de agua considerando cada una de las entradas (lluvia) y salidas (escorrentía, percolación profunda, evaporación desde el suelo y transpiración del cultivo) al suelo (Arquero *et al*, 2013).

Una vez definido el momento de aplicar el riego por medio del balance de agua, la dosis a aplicar dependerá del sistema de riego, la disponibilidad de agua y especialmente de la capacidad máxima de almacenamiento de agua del suelo.

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, teniendo en cuenta los análisis de agua y suelo de la finca. En materia de nitratos se cumple el Código de Buenas Prácticas Agrarias, y para reducir la contaminación de suelos y acuíferos por nitratos los abonados nitrogenados se realizan preferentemente con formas amoniacales u orgánicas, siendo las formas más solubles empleadas nitrato potásico y ácido nítrico.

En nuestro ensayo se reduce el riego a los límites del llamado riego deficitario controlado, así como se produce desde 2017 la eliminación del aporte de abonados nítricos muy solubles, como el nitrato amónico y el nitrato cálcico, para reducir la lixiviación de nitratos por el hecho de estar ubicado el ensayo en Zona Vulnerable.

Los riegos se han reducido al máximo, con unas dosis en el entorno de 3.400 m³/ha y año en el periodo 2016-2018 y 3.000 m³ en el periodo 2019-2020, favorecido por la abundancia de precipitaciones, que ha permitido reducir el número de riegos. El consumo de agua medio en las cinco últimas anualidades, con los árboles en plena producción, ha sido de unos 3.200 m³/ha.

Todas las variedades ensayadas, especialmente 'Constantí', parecen tener buen comportamiento frente al déficit hídrico, ya que se les ha aplicado dosis de riego similares al riego deficitario, pequeñas para la elevada producción obtenida.

Los datos medios de los últimos 12 años, nos dan un clima prácticamente libre de heladas, y respecto a las horas frío, que en primera aproximación son las horas bajo 7 grados, hay bastante diferencia de unos años a otros, con valores que oscilan desde poco más de 300 h a más de 900.

6.3. TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

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 realizó su aplicación cuando se superaba el umbral de daños o de plaga recogido en las normas de producción integrada.

- Solo se emplearon productos recogidos en las normas de producción integrada, productos autorizados por el MAGRAMA, 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 realizaron estrictamente cuando eran necesarios, con productos recogidos en las normas de producción integrada.

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

A partir del año 2018 no se han aplicado tratamientos fitosanitarios, manteniendo los árboles un buen estado vegetativo y un equilibrio de auxiliares que ha permitido no tener daños económicos por plagas. En años anteriores se realizó algún tratamiento fitosanitario puntual y también el control de los pulgones en primavera al inicio de brotación con sueltas de crisopas y *Aphidius* y el control de la araña roja con sueltas de *Ambliseius* en forma de sobre que se fijó en una rama del árbol a razón de un sobre por árbol.

Hemos comprobado que en nuestras condiciones climáticas áridas se puede realizar este cultivo prácticamente sin tratamientos fitosanitarios, sin problemas significativos de plagas o enfermedades fúngicas. Las plagas como pulgones o araña son susceptibles de control biológico mediante la suelta de auxiliares.

La escasa realización de tratamientos con plaguicidas ha permitido una buena polinización por parte de las abejas, observándose en la siguiente fotografía tomada el 25/02/2020 una abeja libando en una flor de la plantación.

Foto 5. Abeja libando en una flor de almendro variedad `Colorada`, 25 de febrero de 2020.



6.4. RECOLECCIÓN Y ESCANDALLOS

El derribo de la almendra se ha hecho de la manera tradicional, mediante vareo y teletas, por las reducidas dimensiones de la parcela y la necesidad de recolectar los árboles individualmente. El descortezado se ha hecho inmediatamente después de la recolección para evitar calentamientos de la almendra y por medio de una máquina peladora adosada al tractor.

La recolección se ha realizado de manera escalonada, conforma han ido madurando las variedades, desde principios de agosto hasta principios de septiembre. Se ha recogido cada árbol de manera individual mediante teletas y por medio de vareado, pelando la almendra *in situ* mediante peladora acoplada a tractor y dejando la corteza en el suelo como abono verde. Posteriormente se secaba la almendra al sol, con humedades que rondaban el 10-15%, bajando la humedad por debajo del 5% y tomando posteriormente una muestra de 0,5 kg por árbol para escandallo.

En las siguientes fotografías se observa el proceso de recolección:

Foto 6. Recolección de variedad `Constantí`, 31 agosto 2017.



Foto 7. Inicio de la recolección 29/08/2019



Una vez peladas, secas y partidas las almendras, se procedía a realizar el escandallo, obteniendo el peso de la pepita en relación con el de la almendra en cáscara, una vez separadas las almendras enfermas y se cuantifican además las dobles para hallar su porcentaje.

Foto 8. Aspecto de las almendras enteras y partidas de tres variedades.



7

Resultados de los ensayos



Los parámetros evaluados en las parcelas demostrativas han sido:

- Crecimiento de los árboles (altura de la copa, diámetro del tronco y diámetro de la copa).
- Control de la época de floración, estados fenológicos (5% de flores abiertas, 50% y 90%).
- Control de la fructificación (época de maduración).
- Control de la poda (peso de la poda).
- Control de las plantas (estado fitosanitarios de los árboles).
- Control de la cosecha, kg/árbol y escandallo.

7.1. CRECIMIENTO VEGETATIVO

Los controles de crecimiento vegetativo se han realizado durante todo el desarrollo de los árboles, pero de una manera más exhaustiva en 2018 y en 2020. En octubre de 2018, en el noveno año de ensayo y con los árboles en plena producción, se realiza la medición de la altura de la copa y diámetro del tronco por encima del injerto en todos los árboles ensayados, reflejándose los datos a continuación:

Tabla 14. Resultados de crecimiento vegetativo de las variedades de almendro ensayadas para los diferentes tipos de poda (17/10/2018).

Mediciones (cm)	Almendros			Variedad	Medias
	3° no poda	2° poda mínima	1° poda tradicional		
Altura de la copa Diámetro del tronco	Árboles reinjertados posteriormente que por tener una edad diferente se dejan fuera de medida.			12 'Penta'	
Altura de la copa Diámetro del tronco	4,20 18,9	4,40 18,0	4,90 22,6	11 'Ramillete', 1° 'Blanquilla'	4,50 19,83
Altura de la copa Diámetro del tronco	5,20 21,7	5,10 17,2	4,10 17,2	10 'Colorada'	4,80 18,70
Altura de la copa Diámetro del tronco	5,40 24,0	4,60 19,3	4,20 19,3	9 'Carreró'	4,73 20,87
Altura de la copa Diámetro del tronco	4,00 14,0	4,30 19,3	3,90 18,5	8 Variedad local	4,07 17,27

Altura de la copa	4,90	4,40	4,20	7 'Lauranne'	4,5
Diámetro del tronco	24,2	20,2	21,4		21,93
Altura de la copa	5,0	4,50	3,90	6 'Belona'	4,47
Diámetro del tronco	20,0	17,7	16,9		18,2
Altura de la copa	4,60	4,40	3,30	5 'Soleta'	4,10
Diámetro del tronco	15,9	17,7	16,0		16,53
Altura de la copa	5,20	5,0	4,10	4 Variedad local	4,77
Diámetro del tronco	21,4	18,9	16,1		18,80
Altura de la copa	5,30	4,30	4,30	3 'Constantí'	4,63
Diámetro del tronco	20,0	18,5	19,3		19,27
Altura de la copa	5,00	4,40	4,30	2 'Vairo'	4,47
Diámetro del tronco	19,4	17,0	18,0		18,13
Altura de la copa	5,20	4,30	4,20	1 'Marinada'	4,57
Diámetro del tronco	22,3	18,9	19,7		20,3

Respecto al crecimiento vegetativo, se observa como en todas las variedades el tamaño de los árboles sin podar es mayor, consecuencia lógica de no haberles quitado ramas, ya que se han dejado crecer espontáneamente. En lo que se refiere al tamaño medio, el que alcanza mayor altura es la variedad 'Colorada', de porte vertical, con una altura media de 4,80 m, seguido de 'Carreró' y la variedad local 4. De las variedades más productivas la que alcanza mayor porte es 'Constantí', seguido de 'Marinada', con alturas que superan los 4,50 m, siendo la de menor crecimiento la 'Soleta', con algo más de 4 m de altura media.

El estado vegetativo de los almendros ha sido en todo el periodo bueno, prácticamente sin incidencia de plagas por el buen control biológico y con algunos problemas de hongos, pero no llegando en ningún caso al umbral de daño económico. 'Vairo', 'Constantí' y 'Marinada' muestran un buen comportamiento frente a la "mancha ocre" (*Polystigma ochraceum* Whal.) y 'Vairo' y 'Marinada' frente al "*Fusicoccum*", mientras que 'Constantí' parece más sensible a este hongo.

Respecto a los diámetros, hay diferencias significativas entre los árboles con poda y el árbol con no poda, que en todos los casos presenta un diámetro mayor. Ello es consecuencia al mayor crecimiento que le imprime al árbol el hecho de dejar todas sus ramas, debido a una mayor tasa fotosintética. En cuanto a los diámetros medios por variedades, el mayor es para la variedad 'Lauranne' y el menor para 'Vairo', sin presentar diferencias significativas.

En octubre de 2020, en el onceavo año de ensayo y con los árboles en plena producción, se realiza la medición de la altura de la copa y diámetro del tronco por encima del injerto en todos los árboles ensayados, reflejándose a continuación:

Tabla 15. Resultados de crecimiento vegetativo de las variedades de almendro ensayadas para los diferentes tipos de poda (octubre 2020).

MEDICIONES (m y cm el d. tronco)	ALMENDROS			VARIEDAD	MEDIAS
	3° NO PODA	2° PODA MÍNIMA	1° PODA TRADICIONAL		
Altura de la copa Diámetro de la copa Diámetro del tronco	Árboles reinjertados posteriormente que por tener una edad diferente se dejan fuera de medida.			12 'Penta'	
Altura de la copa Diámetro de la copa Diámetro del tronco	4,8 4,8 21,4	5,0 4,8 20,5	6,0 6,4 29,5	11 'Ramillete', 1° 'Blanquilla'	5,27 5,33 23,8
Altura de la copa Diámetro de la copa Diámetro del tronco	5,5 5,5 24,3	5,5 5,0 19,9	4,7 5,0 18,7	10 'Colorada'	5,23 5,17 20,97
Altura de la copa Diámetro de la copa Diámetro del tronco	5,5 6,0 28,3	5,5 5,0 21,8	4,8 5,0 21,3	9 'Carreró'	5,27 5,33 23,8
Altura de la copa Diámetro de la copa Diámetro del tronco	4,8 4,8 18,1	5,0 5,4 22,5	4,8 4,8 22,3	8 Variedad local	4,87 5,00 20,97
Altura de la copa Diámetro de la copa Diámetro del tronco	6,0 5,8 26,9	5,0 5,6 22,6	5,0 5,6 23,7	7 'Lauranne'	5,33 5,67 24,4
Altura de la copa Diámetro de la copa Diámetro del tronco	6,0 6,4 23,0	5,0 6,0 19,9	4,8 5,6 18,7	6 'Belona'	5,27 6,00 20,53
Altura de la copa Diámetro de la copa Diámetro del tronco	5,0 4,8 17,7	5,0 5,8 20,4	4,6 4,6 17,6	5 'Soleta'	4,87 5,07 18,57
Altura de la copa Diámetro de la copa Diámetro del tronco	6,0 5,8 24,0	5,2 5,8 21,9	4,8 4,6 18,1	4 Variedad local	5,40 5,40 21,33
Altura de la copa Diámetro de la copa Diámetro del tronco	6,0 6,0 22,8	5,2 5,8 20,2	5,0 5,8 21,3	3 'Constantí'	5,40 5,87 21,43
Altura de la copa Diámetro de la copa Diámetro del tronco	----	5,0 6,0 19,1	4,8 6,0 20,6	2 'Vairo'	4,90 6,00 19,85
Altura de la copa Diámetro de la copa Diámetro del tronco	5,2 6,0 25,5	4,7 5,2 21,3	4,6 5,4 22,5	1 'Marinada'	4,83 5,53 23,10

Respecto al crecimiento vegetativo, se observa como en todas las variedades el tamaño de los árboles sin podar es mayor, consecuencia lógica de no haberles quitado ramas, ya que se han dejado crecer espontáneamente y al mayor crecimiento que le imprime al árbol el hecho de dejar todas sus ramas, debido a una mayor tasa fotosintética.

En lo que se refiere al tamaño medio, el que alcanza mayor altura es la variedad 'Constantí', de porte vertical, con una altura media de 5,40 m, seguido de cerca por 'Lauranne', la variedad local 4, 'Belona', 'Colorada' y 'Carreró'. La que alcanza menor porte sería 'Marinada' con 4,83 m seguida de 'Vairo'. No obstante las diferencias no son significativas en cuanto al porte medio, sí lo son en cuanto al porte de los árboles podados o sin podar. Esto indicaría que el crecimiento de las distintas variedades es similar, la variación se produce en cuanto a la poda, no en cuanto a la variedad.

Foto 9. Árbol en no poda, en el que se observa gran cantidad de ramas (03/02/2020).



Foto 10. Pesado de ramas de poda de un árbol con poda tradicional (enero 2020).



Foto 12. Floración de la variedad 'Vairo', 22 de febrero de 2019.



Foto 13. Floración de la variedad 'Constantí', 22 de febrero de 2019.



Foto 14. Floración de la variedad 'G-28', 22 de febrero de 2019.



Foto 15. Floración de la variedad 'Soleta', 22 de febrero de 2019.



Foto 16. Floración de la variedad 'Belona', 22 de febrero de 2019.



Foto 17. Floración de la variedad 'Lauranne', 22 de febrero de 2019.



Foto 18. Floración de la variedad `G-13`, 22 de febrero de 2019.



Foto 19. Floración de la variedad `Penta`, 22 de febrero de 2019.



Foto 20. Floración de la variedad `Carreró`, 22 de febrero de 2019.



Foto 21. Floración de variedad local, 22 de febrero de 2019.



Foto 22. Floración de la variedad 'Sastresa', 22 de febrero de 2019.



Foto 23. Floración de la variedad 'Colorada', 22 de febrero de 2019.



Foto 24. Floración de la variedad 'Filippo', 22 de febrero de 2019.



Foto 25. Floración de la variedad 'Blanquilla', 22 de febrero de 2019.



Foto 26. Floración de la variedad 'Ramillete', 22 de febrero de 2019.



Foto 27. Floración de la variedad 'Garriguez', 22 de febrero de 2019.



Foto 28. Floración de la variedad 'Makaco', 22 de febrero de 2019.



Foto 29. Floración de la variedad 'Mollar', 22 de febrero de 2019.



Foto 30. Floración de la variedad `Marta`, 22 de febrero de 2019.



La fecha del 50% de floración de las variedades tradicionales de la Comarca se sitúa 15-20 días antes que la fecha media de plena floración de las variedades de floración tardía, cuya floración media se mete ya a finales de febrero o principios de marzo.

La floración va mucho más atrasada en las variedades `Makako` y `Penta`, que por este atraso no se consideran aptas en la Comarca, ya que atrasan también la maduración y sufren con más rigor los calores estivales. Después de estas, la variedad `Marinada` es la más tardía, ya que se va en algunos años a fechas finales de floración de finales de marzo, con lo que el riesgo de heladas, que es máximo con los frutos pequeños, hace que sea potencialmente cultivable en casi toda la Región.

Las siguientes fotografías han sido realizadas el 25 de febrero de 2020, presentándose un considerable adelanto en la floración de la mayoría de las variedades respecto de los valores medios, por las mejores condiciones climáticas de esta anualidad.

Foto 31. Floración de las variedades 'Lauranne' y 'Belona' 20/02/2020.



Foto 32. Floración de las variedades 'Soleta' y 'Constantí' 20/02/2020.



Foto 33. Floración de las variedades `Vairo´ y `Marinada´ 20/02/2020.



De las mediciones realizadas, como se observa en las fotografías precedentes, se ha podido determinar que las variedades que antes florecen en la Comarca son, por orden de más temprana a más tardía y pudiendo presentar variaciones de un año a otro: `Ramillete´, `Garrigues´, `Mollar´, `Carreró´, `Colorada´, `Vairo´, `Lauranne´, `Verona´, `Soleta´, `Constantí´ y `Marinada´. Las más tardías son claramente `Penta´ y `Makako´, que por este factor fueron obtenidas.

Foto 34. Aspecto general de la floración, febrero de 2020.



7.3. FRUCTIFICACIÓN

En lo que respecta a la fructificación, se han tomado fotografías secuenciales en distintos periodos y años para ir constatando cuáles son las más precoces, aspecto este importante para no retrasar la recolección y que la caída de frutos sea menor. Las siguientes fotografías reflejan visualmente la evolución de la fructificación a finales de abril de 2019 entre los distintos cultivares.

Foto 35. Fructificación de la variedad 'Marinada', 26 de abril de 2019.



Foto 36. Fructificación de la variedad 'Vairo', 26 de abril de 2019.



Foto 37. Fructificación de la variedad 'Constanti', 26 de abril de 2019.



Foto 38. Fructificación de la variedad 'G-28', 26 de abril de 2019.



Foto 39. Fructificación de la variedad 'Soleta', 26 de abril de 2019.



Foto 40. Fructificación de la variedad `Belona`, 26 de abril de 2019.



Foto 41. Fructificación de la variedad `Lauranne`, 26 de abril de 2019.



Foto 42. Fructificación de la variedad `G-13`, 26 de abril de 2019.



Foto 43. Fructificación de la variedad `Carrero`, 26 de abril de 2019.



Foto 44. Fructificación de la variedad `Colorada`, 26 de abril de 2019.



Foto 45. Fructificación de la variedad `Ramillete`, 26 de abril de 2019.



Las siguientes fotografías son de variedades con un solo árbol, fuera del ensayo general de tres tipos de poda:

Foto 46. Fructificación de la variedad 'Blanquilla', 26 de abril de 2019.



Foto 47. Fructificación de la variedad 'Garriguez', 26 de abril de 2019.



Foto 48. Fructificación de la variedad 'Makako', 26 de abril de 2019.



Foto 49. Fructificación de la variedad `Mollar`, 26 de abril de 2019.



Foto 50. Fructificación de la variedad `Marta`, 26 de abril de 2019.



Foto 51. Fructificación de la variedad `Filippo`, 26 de abril de 2019.



Foto 52. Fructificación de la variedad `Sastresa´, 26 de abril de 2019.



Foto 53. Fructificación de la variedad `9´, 26 de abril de 2019.



Foto 54. Fructificación de la variedad `Penta´, 26 de abril de 2019.



Como se observa en las fotografías, las variedades ensayadas son lo suficientemente vigorosas como para mantener un buen equilibrio entre producción y crecimiento.

‘Constantí’ puede clasificarse como muy vigorosa, ‘Vairo’ como vigorosa y ‘Marinada’ como de vigor medio.

Sobresale la precocidad en la entrada en producción de ‘Marinada’, de vigor moderado, rápida entrada en producción y fecha de floración muy tardía. En estas condiciones se puede ir a plantaciones con marco más reducido del habitual en terrenos fértiles.

Las características generales de la fructificación se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 16. Características de fructificación observadas en alguna de las variedades ensayadas.

VARIEDAD	PORTE	RAMIFICACIÓN	HÁBITO DE FRUCTIFICACIÓN	FACILIDAD DE FORMACIÓN Y PODA
‘Constantí’	Medio-erecto	Muy alta	Ramillete	Muy fácil
‘Colorada’	Medio	Alta	Ramo mixto	Media
‘Vairo’	Medio	Media	Ramillete	Muy fácil
‘Ramillete’	Medio	Media	Ramillete	Media
‘Marinada’	Medio-erecto	Media-escasa	Ramillete	Muy fácil
‘Lauranne’	Medio	Media	Brindillas y ramos mixtos	Media

7.4. CONTROLES DE PODA

Dado que en la parcela demostrativa se cuenta con un ensayo diferencial de poda, se han determinado algunos parámetros de la misma. En el caso de los árboles sin poda, sólo se han pesado las ramas rotas por el viento o en la recolección, que se han caído al suelo, la poda mínima ha consistido en quitar las faldas y centros de ramas cruzadas y la poda tradicional ha consistido en aclareo y limitación de altura manteniendo la formación en vaso.

La siguiente tabla refleja los kilos totales de poda para los tres sistemas ensayados desde 2014 hasta 2020. Las podas se realizaron los días 15/01/2014, 14/01/2015, 19/01/2016, 13/01/2017, 10/11/2017 (como enero de 2018), 19/12/2019 (como enero 2019) y 31/01/2020.

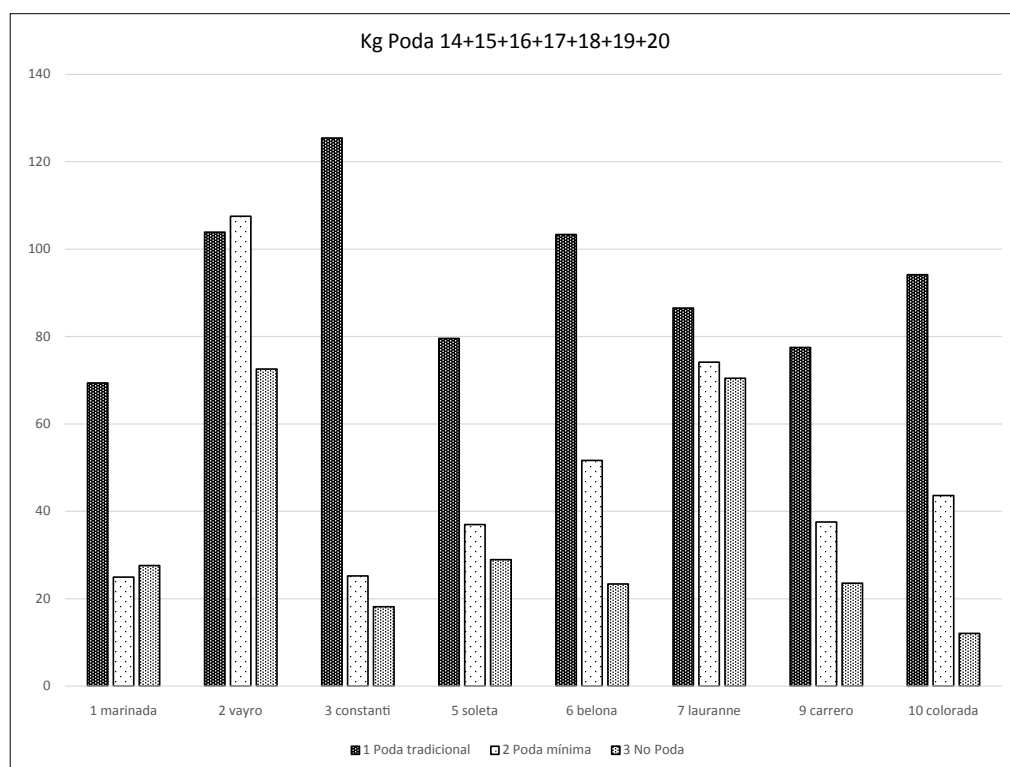
Tabla 17. Peso total de la poda en Kg desde la anualidad 2014 hasta la anualidad 2020.

VARIEDAD	1 PODA TRADICIONAL	2 PODA MÍNIMA	3 NO PODA
1 ‘Marinada’	69,39	24,95	27,6
2 ‘Vairo’	103,86	107,51	72,57
3 ‘Constantí’	125,44	25,22	18,17
5 ‘Soleta’	79,55	36,96	28,95

VARIEDAD	1 PODA TRADICIONAL	2 PODA MÍNIMA	3 NO PODA
6 `Belona´	103,32	51,65	23,37
7 `Lauranne´	86,5	74,11	70,45
9 `Carreró´	77,48	37,54	23,56
10 `Colorada´	94,15	43,62	12,07

La variedad que más poda necesita es la `Vairo´, seguida de `Lauranne´, ya que ha habido que podar todos los árboles del ensayo como consecuencia de su porte llorón y para evitar que se rompan las ramas. La que menos poda han necesitado han sido, por este orden `Constantí´, `Colorada´, `Belona´ y `Marinada´.

Figura 9. Peso de la poda de las variedades ensayadas 2014-2020.



Como se observa en el gráfico, el peso de la poda es considerable, llegando casi a los 125 kg en el árbol podado de la variedad `Constantí´ en poda tradicional en 7 anualidades y con una media en el entorno de los 80 kg para el resto de variedades, lo que supone más de 10 kg por año de ramas podadas por árbol. En el caso de la

poda mínima, obviamente, la cantidad podada anual es mucho menor, en el entorno de los 5 kg de media por árbol. Los datos de la variedad 'Vairo' y 'Lauranne' son una excepción, debido a su irregular formación y mal posicionamiento de las ramas, que hizo necesario podar con casi la misma intensidad todos los tratamientos.

Foto 55. Árboles de variedad 'Constantí' sin poda (a la izquierda) y con poda mínima (a la derecha).



7.5. RECOLECCIÓN: PRODUCCIÓN POR ÁRBOL Y HECTÁREA

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.

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.

En la siguiente tabla se muestran las fechas medias de recolección que hemos obtenido por variedad en nuestro ensayo, ordenadas de más tempranas a más tardías, como resultado de varios años de recolección. Se indica la fecha de plena madurez de las variedades, pudiendo observar que el orden no coincide con las fechas medias de floración.

Tabla 18. Fechas medias de recolección por variedades. Periodo 2012-2019.

VARIETADES	FECHAS RECOLECCIÓN
`Belona´	17 de agosto
`Vairo´	18 de agosto
`Lauranne´	27 de agosto
`Constantí´	30 de agosto
`Marinada´	31 de agosto
`Colorada´	12 de septiembre
`Soleta´	13 de septiembre
`Carreró´	15 de septiembre

Foto 56. Recolección y pelado de la almendra (30/08/2019).



Durante la primavera y verano de los años 2019 y 2020, hubo un problema con un grupo numeroso de cotorras (*Myiopsitta monachus*), que ocasionó daños en el fruto en

varios árboles. Estos pájaros con su potente pico son capaces de comer hasta las almendras de cáscara más dura, pero prefieren las más blandas y grandes. En nuestro caso las filas más afectadas han sido la 4 y 8 fuera del ensayo, junto con la "9", cultivar `Carreró`.

Foto 57. Daños por Cotorra argentina en la variedad `Carreró` (29/07/2019).



Producción por árbol y hectárea

Se dispone de tres árboles por variedad, donde los resultados se obtienen por la recolección de cada árbol individualmente, para obtener la producción según el tipo de poda y la suma de los tres para obtener el total por variedad.

Foto 58. Variedad `Constantí` en los momentos previos a la recolección.



Se realiza el escandallo de cada árbol con lo que se obtiene el rendimiento en pepita, así como las características del fruto, peso medio del grano, número de dobles, granos manchados, forma y color de la pepita.

La recolección se realiza en general desde el 17 de agosto hasta el 14 de septiembre, dependiendo de la variedad y la anualidad. En esta anualidad 2019, la recolección de todas las variedades se ha realizado entre los días 8 y 31 de agosto, adelantando algo la recolección ante la amenaza de DANA, que finalmente se produjo el 12-13 de septiembre. Algunas variedades no estaban en su estado óptimo de maduración, como `Soleta`, que dio humedades superiores al 20%.

Foto 59. Recolección de la variedad `Carreró` (30/08/2019).



En la siguiente tabla se muestran los kg de pepita de cada variedad por árbol, como resultado de la media de los tres árboles con diferente poda, una vez realizados los escandillos. Los datos se refieren a todas las anualidades desde 2012 (con un árbol con 2 años desde la plantación) a 2019 (con un árbol con 9 años desde la plantación) y el acumulado de los 8 años, por orden de mayor a menor producción total en todo el periodo estudiado.

Se extrapolan los resultados de cosecha a producción expresada en kg de grano por hectárea, considerando un marco de 6 x 6, aunque los árboles en el ensayo están a 5,5 x 5,5, obteniendo los resultados de la siguiente tabla. El marco de 6 x 6 equivaldría a 278 árboles/ha. La más productiva es la `Marinada`, seguida de `Constantí` y la menos productiva es la `Carreró`, si bien a causa de ser la más afectada por la cotorra argentina.

Tabla 19. Producción media por variedad y año en kg pepita por árbol y acumulado del periodo 2012-2019, ordenadas de mayor a menor producción.

VARIEDAD	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Suma periodo 2012-2019
‘Marinada’	0,9	4,7	2,4	7,3	10,1	11,3	13,9	10,8	61,5
‘Constantí’	1,7	2,7	3,7	7,5	8,0	14,0	9,7	10,4	57,5
‘Belona’	0,4	3,4	4,0	6,3	6,2	13,1	6,1	9,0	48,4
‘Vairo’	0,8	2,4	3,0	7,7	8,6	9,8	5,1	10,0	47,3
‘Lauranne’	0,4	1,8	4,1	4,4	8,5	8,8	6,9	6,8	41,8
‘Soleta’	1,3	2,0	2,9	4,8	2,9	9,3	4,2	6,9	34,3
‘Colorada’	0,6	1,4	2,4	4,4	3,9	4,7	5,8	9,3	32,6
‘Carreró’	0,3	1,2	2,5	0,9	1,8	3,9	4,7	7,6	22,9
MEDIA	0,8	2,4	3,1	5,4	6,3	9,4	7,0	8,9	43,3

Tabla 20. Producción media por variedad y año en kg pepita por hectárea y acumulado del periodo 2012-2019, ordenadas de mayor a menor producción.

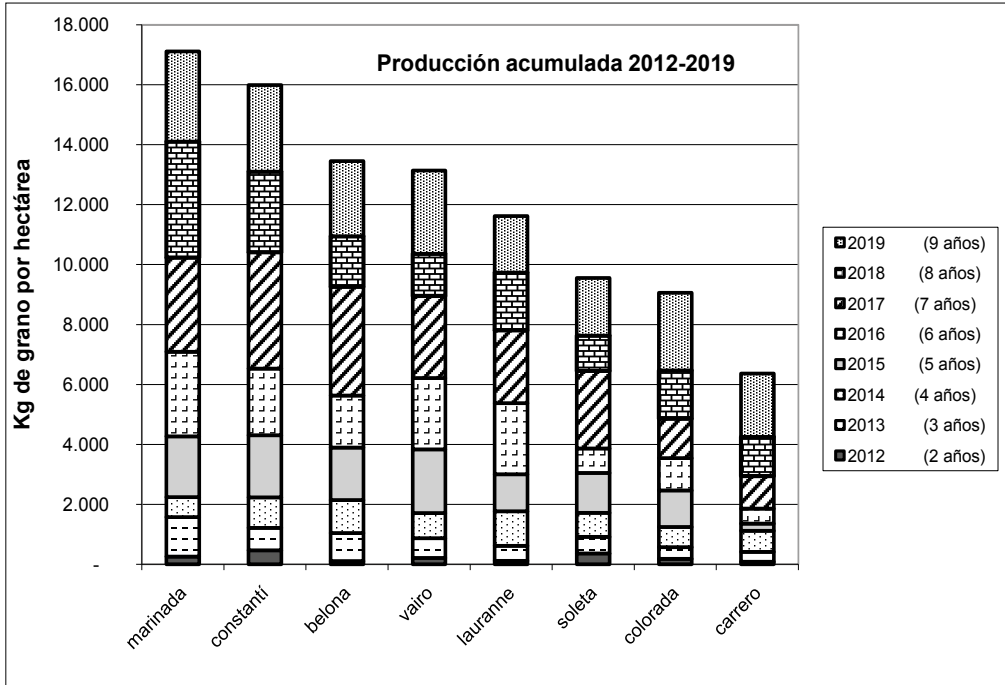
VARIEDAD	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Suma periodo 2012-2019
‘Marinada’	257	1.314	667	2.032	2.820	3.139	3.875	3.002	17.106
‘Constantí’	465	747	1.022	2.072	2.221	3.886	2.683	2.891	15.987
‘Belona’	105	934	1.106	1.748	1.734	3.631	1.687	2.502	13.447
‘Vairo’	214	658	832	2.127	2.384	2.733	1.409	2.780	13.139
‘Lauranne’	116	502	1.152	1.236	2.368	2.435	1.918	1.890	11.618
‘Soleta’	362	552	802	1.333	814	2.588	1.179	1.918	9.548
‘Colorada’	178	391	674	1.219	1.079	1.315	1.612	2.585	9.054
‘Carreró’	82	330	704	241	500	1.087	1.309	2.113	6.366
Media	223	678	870	1.501	1.740	2.602	1.959	2.460	12.033

La siguiente gráfica refleja la evolución de la producción media de pepita en Kg por hectárea de la anualidad 2012 a 2019 para el conjunto de las variedades ensayadas, pudiendo apreciarse cómo hay una gran diferencia de producción acumulada en las seis anualidades de las variedades más productivas a las menos, con un acumulado que va de los 17.000 kg pepita ha/árbol en ocho años de la variedad ‘Marinada’ o 16.000 de ‘Constantí’ a los apenas 6.000 kg de la variedad tradicional ‘Carreró’. La principal causa de la baja producción de algunas variedades se relaciona con el cuaje de las flores y los frutos, por la mayor o menor adaptación de la variedad a las condiciones climáticas de la Comarca.

En la anualidad 2020 había muchos árboles afectados por ataque de cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*), que se ha convertido en una especie invasora, generalista y oportunista, ocupando los nichos de otras aves autóctonas. Estos pájaros con su potente pico son capaces de comer hasta las almendras de cáscara más dura, pero prefieren las más blandas y grandes. En nuestro caso las variedades más afectadas han sido las de

cáscara más blanda, especialmente `Marinada` y `Lauranne` y también la `Carreró`, que aunque es más dura les debe resultar más fácil romper por su forma redondeada.

Figura 10. Evolución de la producción media de pepita en Kg ha/árbol de la anualidad 2012 a 2019 para el conjunto de las variedades ensayadas.



Con las almendras aún en el árbol, la cotorra argentina intenta acceder al fruto sin esperar a la maduración e incluso se comen las flores. Pero los mayores daños se producen en la fase final de fructificación, las cotorras con su fuerte pico rompen la cáscara de la almendra y se comen la pepita, generalmente tirándola almendras al suelo para “partirla” mejor.

Foto 60. Cotorra argentina como plaga de los almendros.



En las siguientes fotografías se ven los efectos de almendras partidas por las cotorras:

Foto 61. Daños provocados por cotorras en variedad `Marinada` (20/08/2020).



7.6. RECOLECCIÓN: PRODUCCIÓN POR TIPO DE PODA

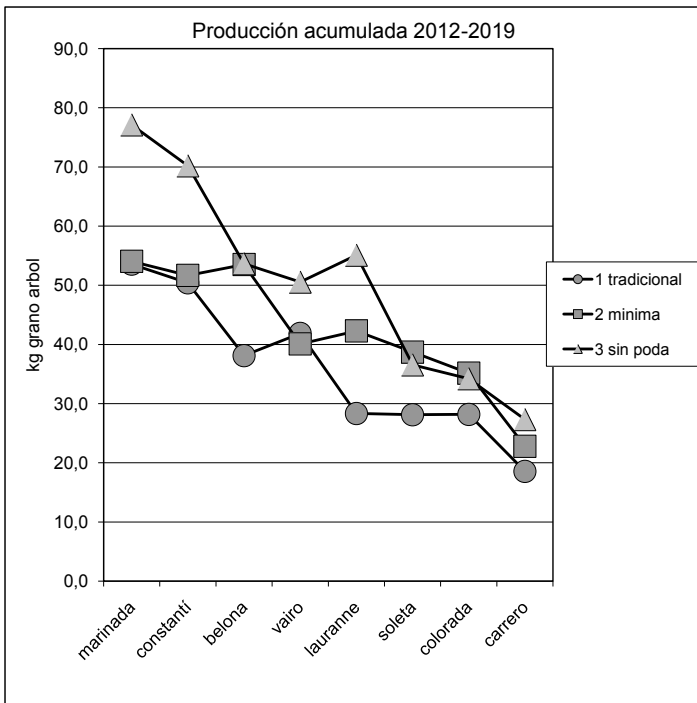
En la siguiente tabla se muestran los kg de pepita de cada variedad por árbol, como resultado de la media de los tres árboles para cada tipo de poda. Los datos se refieren al acumulado de las anualidades desde 2012 (con un árbol con 2 años desde la plantación) hasta 2019 (con un árbol con 9 años desde la plantación).

Tabla 21. Producción media por variedad en kg pepita por árbol según el tipo de poda. Periodo 2012-2019, ordenadas de mayor a menor producción.

VARIEDAD	1 tradicional	2 mínima	3 sin poda	Media
‘Marinada’	53,6	54,1	77,1	61,6
‘Constantí’	50,4	51,7	70,2	57,4
‘Belona’	38,1	53,5	53,7	48,4
‘Vairo’	41,9	40,1	50,6	44,2
‘Lauranne’	28,3	42,3	55,1	41,9
‘Soleta’	28,1	38,7	36,6	34,5
‘Colorada’	28,2	35,2	34,2	32,5
‘Carreró’	18,6	22,8	27,3	22,9
MEDIA	31,9	37,6	45,0	38,2

De una manera gráfica se puede ver las notables diferencias de producción entre variedades, como media de los años ensayados. Se puede ver como en la gran mayoría de los casos, el árbol no podado tiene una producción mayor que los podados, hasta los 10 años de edad. Habría que ver si esta tendencia se mantiene con los años, ya que el árbol no podado se va cargando de ramas y ello dificulta el cuaje, además de provocar un desequilibrio entre ramas y frutos.

Figura 11. Producción media por variedad en kg pepita por árbol según el tipo de poda. Periodo 2012-2019, ordenadas de mayor a menor producción.



Ya con casi 10 años desde la plantación y con árboles en plena producción, se confirma la mayor producción de los árboles no podados frente a los que tienen poda mínima, con un 83,5% de producción respecto a aquellos y una más notable diferencia frente a los árboles con poda tradicional, con sólo un 70,9% de la cosecha del árbol no podado. Esto se explica por el hecho de que podar ramas para formar los árboles, además de quitar leña al árbol, elimina producción útil y no ha habido limitación de agua y nutrientes disponibles en el cultivo pese a las bajas dosis empleadas, por lo cual sin podar han manifestado su pleno potencial. Aún están los árboles en el comienzo de su plena producción y no se han manifestado los posibles problemas por exceso de ramas en los árboles no podados (carga excesiva, poca entrada de luz, envejecimiento prematuro por no renovar las ramas), para lo que habría que ver la producción de más anualidades.

En el caso de no poda nos ahorramos el coste de la poda, pero por el contrario el coste de recolección es más alto, ya que la densidad del ramaje hace más dificultosa la caída de la almendra, incluso con el empleo de vibrador, a causa del mayor tamaño del árbol.

En lo que respecta a la producción por árbol individual, en la siguiente tabla se pueden ver para cada anualidad desde la primera recolección los datos de producción y la media de seis años. El árbol 1 es siempre con poda tradicional, el 2 con poda mínima y el 3 sin poda.

Tabla 22. Producción de pepita por árbol individual en kg/árbol. Campañas 2012 a 2019.

VARIETADES	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	ACUMULADO 8 AÑOS
1 `Marinada´	0,9	4,2	2,8	7,5	8,0	10,18	10,7	9,2	53,6
2 `Marinada´	1,2	5,7	2,2	6,2	9,6	10,34	11,9	7,0	54,1
3 `Marinada´	0,7	4,5	2,2	8,1	12,8	13,35	19,2	16,3	77,1
1 `Vairo´	0,9	2,3	3,1	5,9	6,7	7,79	4,0	11,2	41,9
2 `Vairo´	0,8	2,5	2,5	6,7	8,3	8,30	2,1	8,8	40,1
3 `Vairo´	0,6	3,1	3,4	10,3	10,7	13,39	9,1	---	50,6
1 `Constantí´	2,1	2,3	3,6	6,6	7,5	11,97	7,2	9,1	50,4
2 `Constantí´	1,2	2,3	3,2	6,2	7,1	12,70	10,1	8,9	51,7
3 `Constantí´	1,7	3,3	4,2	9,5	9,4	17,27	11,7	13,1	70,2
1 `Soleta´	0,8	1,5	2,0	3,2	2,7	8,07	3,4	6,5	28,1
2 `Soleta´	1,6	2,2	3,4	5,7	2,7	10,41	4,3	8,5	38,7
3 `Soleta´	1,5	2,5	3,3	5,5	3,4	9,47	5,1	5,7	36,6
1 `Belona´	0,4	2,3	2,9	3,9	4,3	9,89	6,7	7,8	38,1
2 `Belona´	0,3	4,0	4,8	8,3	6,7	12,40	7,7	9,4	53,5
3 `Belona´	0,4	4,0	4,3	6,7	7,8	16,90	3,8	9,8	53,7
1 `Lauranne´	0,4	1,0	3,0	2,7	4,2	7,12	4,7	5,3	28,3
2 `Lauranne´	0,6	1,6	4,4	4,4	8,7	9,08	5,7	7,8	42,3
3 `Lauranne´	0,3	3,0	5,0	6,2	12,6	10,08	10,3	7,5	55,1

VARIETADES	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	ACUMULADO 8 AÑOS
1 `Carreró`	0,0	0,9	1,7	0,7	1,4	3,64	4,8	5,5	18,6
2 `Carreró`	0,2	1,8	2,4	0,9	1,4	3,92	5,7	6,6	22,8
3 `Carreró`	0,4	0,8	3,6	1,1	2,8	4,17	3,7	10,8	27,3
1 `Colorada`	0,7	1,2	2,2	3,4	2,6	4,01	7,6	6,4	28,2
2 `Colorada`	0,5	1,7	2,5	4,4	3,9	6,16	7,9	8,1	35,2
3 `Colorada`	0,6	1,3	2,6	5,3	5,1	4,02	1,9	13,4	34,2

Se observan diferencias significativas en la producción entre árboles (tipo de poda) y variedades. Por ejemplo, la variedad `Constantí` con no poda ha dado un acumulado de 70,2 kg de pepita en los 8 años y con poda tradicional 50,4. Se observa como la mayoría de las variedades presentan notables diferencias en la producción respecto al tipo de poda.

De una manera gráfica se puede ver en el siguiente diagrama de barras, la producción acumulada en kg de pepita por árbol, una vez realizados los escandallos. Por la numeración, se puede realizar la comparativa de los árboles en poda tradicional (1), poda mínima (2) y no poda (3).

Figura 12. Evolución de la producción de pepita en Kg /árbol de la anualidad 2012 a 2019 para cada árbol ensayado.

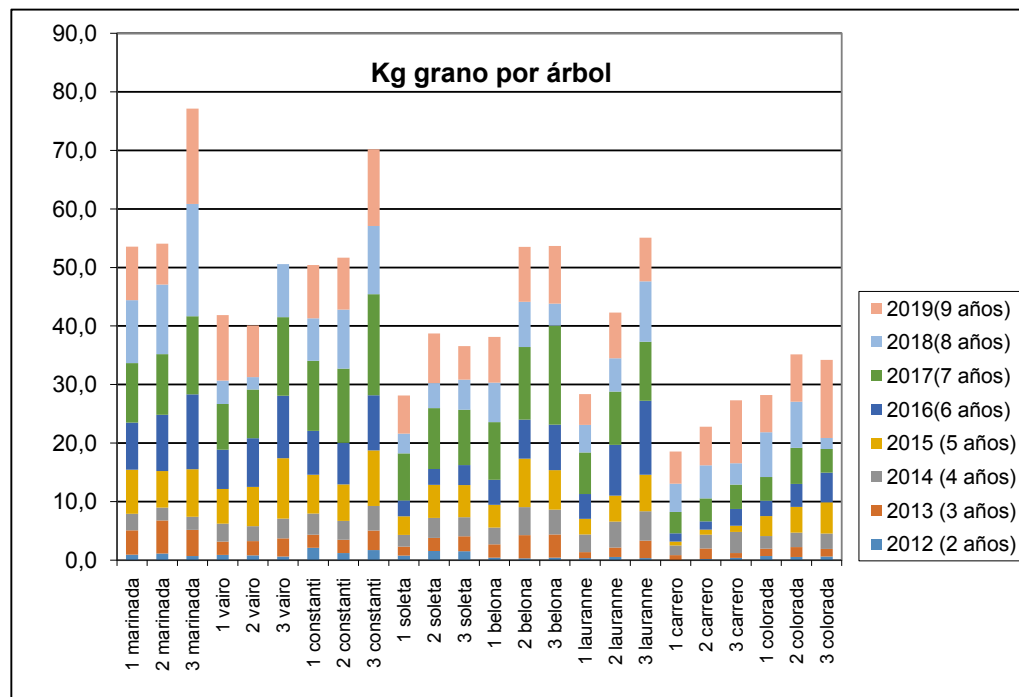


Foto 62. Importante producción de árbol no podado y algo menor bajo poda mínima (29/08/2018).



7.7. CONTROLES POSTCOSECHA

Los parámetros de adaptación a nuestras condiciones, fecha de floración, de recolección, resistencia o sensibilidad a enfermedades, escandallo y calidad de la pepita si se pueden determinar aunque sólo dispongamos de 3 árboles por variedad. Para los parámetros de producción, es imprescindible realizar el escandallo, ya que hay diferencias significativas entre variedades en cuanto al rendimiento en pepita se refiere. Así, se realiza un escandallo para ver el rendimiento en pepita y al mismo tiempo la calidad de los frutos; presencia de dobles, almendras enfermas o defectuosas, etc.

Los datos de escandallos varían poco de unos años a otros, por ser un factor más bien ligado a la variedad y haber pocas diferencias en la calidad de la almendra al estar bajo condiciones de regadío, aunque este sea mínimo.

Foto 63. Almendras de las variedades 'Marinada' y 'Belona' tras su recolección.



En la siguiente tabla se reflejan los datos de los resultados de los escandallos de la anualidad 2019 por árbol, siendo 1 poda tradicional, 2 poda mínima y 3 sin poda. Se observa como el rendimiento en pepita es un carácter muy ligado a la variedad y en menor medida al tamaño de los frutos.

Tabla 23. Resultado de los escandallos y contenido de pepitas dobles. Año 2019.

VARIEDAD	Peso fresco kg cáscara	% humedad	Peso seco kg cáscara	n° borregos	G pepita en 250 g	Rendimiento gr/kg	Producción kg pepita/ árbol
'Marinada' 1	28,4	6,06	26,7	3	86	344	9,18
'Marinada' 2	21,9	2,81	21,3	2	82	328	6,98
'Marinada' 3	57,9	11,16	51,4	4	79	316	16,26
'Vairo' 1	36,7	2,29	35,9	7	78	312	11,19

VARIEDAD	Peso fresco kg cáscara	% humedad	Peso seco kg cáscara	nº borregos	G pepita en 250 g	Rendimiento gr/kg	Producción kg pepita/ árbol
`Vairo´ 2	28,2	2,10	27,6	6	80	320	8,83
`Vairo´ 3	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
`Constantí´ 1	36,4	10,666	32,5	9	70	280	9,10
`Constantí´ 2	32,4	1,9607	31,8	8	70	280	8,89
`Constantí´ 3	51	10,7894	45,5	2	72	288	13,10
`Soleta´1	23,3	23,1	17,9	3	91	364	6,52
`Soleta´2	26,7	10,67	23,9	7	89	356	8,49
`Soleta´3	25,6	30,81	17,7	7	81	324	5,74
`Belona´ 1			25	8	78	312	7,80
`Belona´ 2			28	5	84	336	9,41
`Belona´ 3			30	4	82	328	9,84
`Lauranne´1	16,4	3,468	15,8	5	83	332	5,26
`Lauranne´2	22	1,678	21,6	9	90	360	7,79
`Lauranne´3	22,7	2,967	22,0	4	85	340	7,49
`Carreró´ 1	18,6	7,567	17,2	1	80	320	5,50
`Carreró´ 2	25,1	6,075	23,6	6	70	280	6,60
`Carreró´ 3	42,3	9,1089	38,4	2	70	280	10,77
`Colorada´ 1	22,4	6,469	21,0	9	76	304	6,37
`Colorada´ 2	26,5	4,45	25,3	4	80	320	8,10
`Colorada´ 3	48,7	6,055	45,8	9	73	292	13,36

Las variedades `Belona´ es la que antes maduró, recolectándose el 22/08/2019 y las variedades `Lauranne´ y `Vairo´ también maduraron pronto, siendo las que menor humedad tenían cuando se recolectó a finales de agosto. Las variedades que más humedad presentaban en la recolección, por ser de maduración más tardía son, por este orden: `Soleta´, `Constantí´ y `Carreró´. Es significativo el hecho de que en casi todos los casos, la almendra presenta más humedad en el caso de árboles sin poda, como consecuencia de un mayor follaje, que reduce la entrada de los rayos de sol.

El menor porcentaje de dobles lo presenta la variedad `Marinada´ y el mayor `Colorada´ y `Constantí´. La variedad que presentó un menor tamaño de pepitas fue `Constantí´ y las de mayor tamaño `Soleta´, `Belona´ y `Marinada´.

En cuanto al rendimiento en pepita, el más bajo lo ha presentado la variedad `Constantí´, con unos 280 g/kg pepita por kg de almendra en cáscara, seguido de `Carreró´ y las que mayor rendimiento al descascarado han presentado son por este orden `Soleta´, `Lauranne´ y `Carreró´.

El rendimiento medio al descascarado en orden descendente del conjunto de variedades ensayadas y su media de 8 años se refleja en la siguiente tabla, en la que puede apreciarse como hay variaciones entre anualidades, que dependen del tamaño de la almendra y están directamente relacionadas con el cuaje; pero con una media de

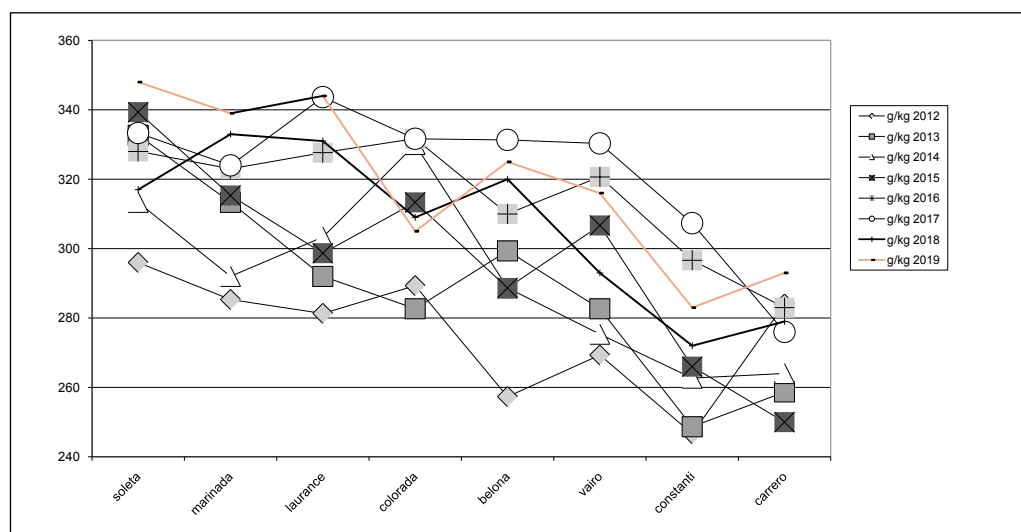
varios años se confirma como un valor varietal. Por encima de los 300 g están `Soleta`, `Marinada`, `Lauranne`, `Colorada` y `Belona` por este orden y por debajo están `Vairo`, `Constantí` y `Carreró`, también por este orden, siendo el rendimiento medio del conjunto de variedades y para los 8 años de 298 g/kg.

Tabla 24. Rendimiento medio al escandallo por variedades en orden decreciente, desde la campaña 2012 a 2019.

VARIEDAD	g/kg 2012	g/kg 2013	g/kg 2014	g/kg 2015	g/kg 2016	g/kg 2017	g/kg 2017	g/kg 2017	g/kg media 2012-2019
`Soleta`	296	333	313	339	328	333	317	348	326
`Marinada`	285	313	292	315	323	324	333	339	316
`Lauranne`	281	292	303	299	328	344	331	344	315
`Colorada`	289	283	330	313	332	332	309	305	312
`Belona`	257	299	289	289	310	331	320	325	303
`Vairo`	269	283	275	307	321	330	293	316	299
`Constantí`	247	249	263	266	297	307	272	283	273
`Carreró`	284	259	264	250	283	276	279	293	273
MEDIA	276	289	291	297	315	322	307	319	298

La evolución del rendimiento al descascarado se puede ver en la siguiente gráfica, en la que se aprecian las diferencias entre anualidades, así como entre variedades.

Figura 13. Evolución del rendimiento al escandallo por variedades de 2012 a 2019.



7.8. ESTADO FITOSANITARIO DE LOS ÁRBOLES

El estado vegetativo de los almendros ha sido en todo el periodo bueno, prácticamente sin incidencia de plagas por el buen control biológico y con algunos problemas de hongos, pero no llegando en casi ningún caso al umbral de daño económico. Solamente la variedad `Soleta` se ha visto afectada en la producción por esta causa y sólo en la cosecha del 2019.

Algunos años se han visto hojas afectadas por "mancha ocre" (*Polystigma ochraceum* Whal.) y roya (*Tranzschelia pruni-spinosae* Persoon Diete) y en mucha menor medida cribado (*Coryneum beijerinckii* Oudem-*Stigmina carpophila*), pero sin llegar a afectar a los frutos, sólo a las hojas. La principal afectación de hongos fue en la campaña 2018-2019, favorecido por las abundantes lluvias primaverales.

Foto 64. Hongos que afectan al almendro, roya, mancha ocre y cribado.



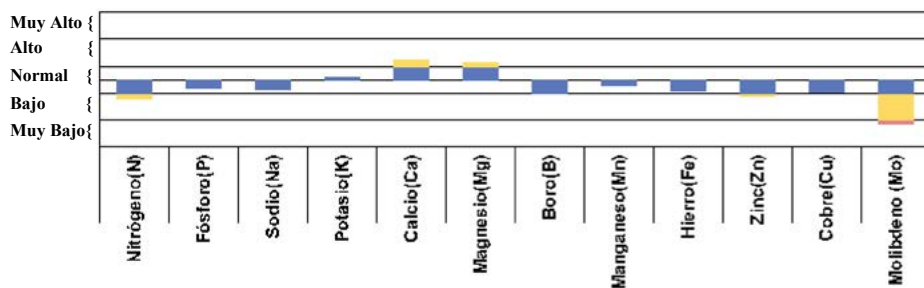
En fecha junio de 2020 se realizó análisis foliar de los almendros, tomando hojas al azar, con los siguientes resultados:

Tabla 25. Determinación de elementos en análisis foliar de hojas de almendro.

Determinaciones (Parameters)	Método (Method)	Unidades (Units)	Resultado (mues seca) (Result) (dried sampl)	Incert. (Uncert.)	LC (LQ)
*Nitrógeno (N)	ALI0035	(%)	2.1	± 0.3	0.08 (%)
*Fósforo (P)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	0.14	± 0.03	0.025 (%)
*Potasio (K)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	2.34	± 0.47	0.13 (%)
*Calcio (Ca)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	3.65	± 0.73	0.13 (%)
*Magnesio (Mg)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	0.68	± 0.14	0.13 (%)
*Sodio (Na)	QUI_1000_ICP_MS	(%)	< 0.13		0.13 (%)
Boro (B)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	29.8	± 5.1	3.0 (mg/kg)
Manganeso (Mn)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	73.7	± 9.6	1.0 (mg/kg)
*Hierro (Fe)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	76	± 16	2.0 (mg/kg)
Zinc (Zn)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	23.4	± 4.2	2.0 (mg/kg)
Cobre (Cu)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	4.76	± 0.95	1.0 (mg/kg)
Molibdeno (Mo)	QUI_1000_ICP_MS	(mg/kg)	< 0.080		0.08 (mg/kg)

El informe agronómico derivado del analisis foliar arroja los siguientes resultados:

Figura 14 y tabla 26. Niveles y estado de los macroelementos en hoja de almendro en el ensayo. Junio de 2020.



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

Tabla 27. Niveles y estado de los microelementos en hoja de almendro en el ensayo. Junio de 2020.

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

Por lo tanto, el análisis foliar de árboles en plena producción y con una baja aplicación de fertilizantes durante los últimos 5 años y nula aportación de N durante 2020, da unos niveles altos de los principales macronutrientes, salvo el fósforo que es normal. Ello se explica en primer lugar por la fertilidad del suelo, en segundo lugar por el papel que desempeña la incorporación de restos vegetales al suelo en el mantenimiento de la fertilidad, revirtiendo parte de las extracciones al mismo (incluyendo cortezas de almendra y restos de poda triturados) y en tercer lugar por las moderadas extracciones de este cultivo, que es capaz de producir con más limitaciones que otros leñosos.

7.9. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES ENSAYADAS

Se resumen en este apartado las características más destacadas que se han podido apreciar en la parcela demostrativa en las variedades ensayadas:

‘Marinada’. La variedad más productiva del ensayo, seguida de cerca por ‘Constantí’. Se documenta en otros ensayos en Aragón y Cataluña que muestra falta de vigor, no logrando el porte de otras variedades y por tanto la producción; sin embargo en nuestras condiciones edafoclimáticas vegeta más y logra tamaño similar a otras variedades. Ese volumen unido a su muy alta productividad logra que sea la variedad más productiva del ensayo.

Porte muy erecto de joven, que va cediendo con los años y las altas producciones. Florece y fructifica sobre madera de varios años, es un árbol de tallos muy gruesos que ramifica muy poco, comportándose especialmente bien con la no poda. La floración es muy tardía lo que no es significativo en nuestras condiciones, pero no manifiesta falta de adaptación a los inviernos tan suaves del Campo de Cartagena. La recolección es tardía y de facilidad de recolección media, y se cae prematuramente, pero muy poco.

La almendra es semi-dura, rompiéndose algunas durante el despellejado, con un rendimiento alto, y pepita grande de calidad media.

En resumen, ‘Marinada’ tiene una excelente capacidad productiva y precocidad en la entrada en producción. Floración muy tardía. Autofértil, con un buen nivel de auto-

gamia. Muy fácil de formar y podar. Buen fruto. Parece tolerante al “fusicoocum” y a la “mancha ocre”.

Constantí: Variedad muy productiva, en el acumulado es la segunda del ensayo. 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 “fusicoocum”. Para favorecer la polinización cruzada puede asociarse por la época de floración con `Vairo`, `Francolí`, `Glorieta`, etc.

Belona. La de mayor calidad de la pepita y producciones altas. El árbol es de porte erecto y ramificación media. Florece y produce en las crecidas del año, pero es una variedad que con pocas flores tiene grandes cosechas, porque purga muy poco. Floración tardía, pero se han detectado síntomas de falta de frío en nuestras condiciones, con un cierto retraso en la foliación del árbol. La recolección es temprana y muy fácil de desprender, con el inconveniente de caída anticipada de las partes externas del árbol que maduran antes.

La almendra es muy dura, con un despellejado muy bueno. Rendimiento medio alto pero con una calidad industrial que la diferencia en precio.

Vairo: Variedad que se documenta en otros ensayos en España como de las más productivas, y en nuestras condiciones no ha llegado a destacar. Árbol de porte medio a caedizo, con tallos finos y muy ramificados. Necesita poda para eliminar las ramas que ceden y se caen al suelo, siendo frecuente la rotura de ramas. Floración la más temprana de las nuevas variedades, y muy abundante, pero también purga mucho. Recolección media, con facilidad de derribo media. La almendra dura, despellejado medio y calidad del grano medio, son pequeñas.

En resumen, la variedad `Vairo` reúne un conjunto de caracteres de interés, pero sin destacar en producción. Excelente capacidad productiva, por su notable intensidad de fructificación y vigor. Autofértil, con un buen nivel de autogamia. Floración tardía. Árbol fácil de formar y podar. Buen fruto. Parece tolerante a la sequía, al “fusicoocum” y a la “mancha ocre”. Para favorecer la polinización cruzada puede asociarse con `Constantí` u otras variedades de fecha de floración similar (`Glorieta`, `Francolí`, `Guara`, etc).

Lauranne: Variedad productiva, pero de más lenta entrada en producción que las anteriores, aunque es posible que las supere dado que el árbol es el de mayor desarrollo vegetativo, consiguiendo mayor volumen de copa. Porte medio, con brotaciones muy largas sobre las que al año siguiente al producir almendras con tendencia a tener-

las en los extremos de dichas brotaciones, se arquean y caen o rompen.

Recolección media con facilidad de derribo media. Almendra semi dura con un nivel de despellejado medio y además se rompen almendras al pelarlas.

Soleta´: Variedad de producción media en nuestras condiciones de ensayo, porque es una variedad muy sensible a la roya, hongo que por las condiciones climáticas de Torre-Pacheco a esta variedad le afecta sobremanera, produciendo la defoliación del árbol. Porte medio con ramas finas que tienden a caer cuando la cosecha es abundante. Recolección muy tardía.

Almendra muy dura que se despelleja muy bien. Pepita alargada de gran calidad, con valor comercial similar a la `Largueta´.

7.10. BIOAMASA AÉREA Y HUELLA DE CARBONO

En octubre de 2021 se realizó la tala de los árboles, con el objeto de obtener el peso individual de la parte aérea para cada sistema de poda, ya que este es un dato del que no se dispone en la bibliografía y pensamos que podía tener interés.

Entre el 11 y el 14 de octubre de 2021 se realizó la tala de cada almendro, obteniendo el peso de la parte aérea para los tres sistemas de poda, como se observa en las fotografías:

Foto 65. Considerable diámetro de los troncos en árboles de 10 años de edad (11/10/2021).



Foto 66. Tala y pesaje de la parte aérea (11/10/2021).



Se obtuvieron los siguientes pesos en kilos de la biomasa aérea de los árboles:

Tabla 28. Peso total de la poda en Kg desde la anualidad 2014 hasta la anualidad 2020.

VARIEDAD	1 PODA TRADICIONAL	2 PODA MÍNIMA	3 NO PODA
1 `Marinada´	295,6	259,8	421,0
2 `Vairo´	235,8	167,2	325,0
3 `Constantí´	283,8	225,2	426,8
4 Variedad local	149,0	249,6	315,0
5 `Soleta´	147,3	236,0	196,2
6 `Belona´	200,5	251,3	418,0
7 `Lauranne´	205,5	197,6	328,2
8 Variedad local	224	259	138
9 `Carreró´	216	218,5	421,4
10 `Colorada´	189,7	266	345,6
11 `Penta´	377,6	141	128,8
MEDIA	229,53	224,65	314,91

Se observa que no hay diferencias significativas entre los pesos de la biomasa aérea procedente de las talas de 11 árboles con poda tradicional y con poda mínima pero sí con los árboles en no poda, como era de esperar al tener un ramaje mucho más espeso.

Es de destacar el considerable peso de algunos árboles, que superan los 400 kilos de ramaje, sin contar las raíces.

La siguiente tabla refleja los kilos totales de poda para los tres sistemas ensayados desde 2014 hasta 2020 sumado al peso de la biomasa de la tala de los árboles, excluyendo las raíces.

Tabla 29. Peso total de la poda en Kg desde la anualidad 2014 hasta la anualidad 2020 y de la biomasa de la parte aérea tras la tala.

VARIEDAD	1 PODA TRADICIONAL	2 PODA MÍNIMA	3 NO PODA
1 `Marinada´	364,99	284,75	448,6
2 `Vairo´	339,66	274,76	397,57
3 `Constanti´	364,24	250,42	444,97
5 `Soleta´	226,85	272,96	225,15
6 `Belona´	303,82	302,65	441,37
7 `Lauranne´	292,00	271,71	398,65
9 `Carreró´	293,48	256,04	444,96
10 `Colorada´	283,85	309,62	140,97
MEDIA	308,61	277,86	367,78

Se obtiene una biomasa media sin considerar las raíces de 318 kg/árbol, lo que extrapolado a la densidad de 300 árboles por hectárea hacen una biomasa total de la parte aérea en un periodo de 10 años de plena producción (incluyendo las podas pero sin contabilizar raíces ni la pérdida de hojas, corteza de almendra y cosechas) de 95.424 kg/ha.

La "Guía para la estimación de las absorciones de dióxido de carbono" del Ministerio para la Transición Ecológica, como documento explicativo de las metodologías de cálculo desarrolladas para la estimación de las absorciones de CO₂ en el marco del registro de huella de carbono, estima la absorción de CO₂ de distintas masas arboladas, por ejemplo en estas tres especies de pino estiman lo siguiente:

Tabla 30. Absorciones estimadas de CO₂ por pie en tres especies de pino (MITECO, 2019).

Especie	Absorciones estimadas (t CO ₂ /pie)				
	20 años	25 años	30 años	35 años	40 años
<i>Pinus canariensis</i>	0,03	0,07	0,14	0,16	0,18
<i>Pinus halepensis</i>	0,03	0,04	0,08	0,07	0,16
<i>Pinus nigra Sistema Ibérico</i>	0,03	0,04	0,05	0,11	0,13

Una vez se ha determinado el peso de la biomasa seca a partir de ecuaciones, el peso del carbono fijado se calcula en función del valor de FC (fracción de carbono contenido en la materia seca) que, de forma genérica, es de 0,5 kg C /kg m.s. Por último, la conversión de C fijado a CO₂, se realiza a partir de la relación de los pesos moleculares, es decir, multiplicando el valor del C fijado por 44/12, de manera que

$$\Delta CO_2 = \Delta C \times \frac{44}{12}$$

En nuestra parcela demostrativa, se calcula una media aproximada de 180 kg de materia seca por árbol considerando sólo la parte aérea y que el contenido de humedad medio en el momento de la pesada es del 40%, lo que equivaldría según los cálculos de la citada guía a 90 kg de carbono, que según la relación de pesos moleculares serían 330 kg CO₂ por almendro de 10 años de edad en las condiciones del ensayo (terrenos fértiles y profundos, regadío localizado de 3.500 m³/ha y una densidad de 300 árboles/ha).

Esta absorción estimada de CO₂ para un almendro en regadío de 10 años de edad (0,33 t/pie) equivale al doble de la absorción estimada de CO₂ para un pino carrasco (*Pinus halepensis*) de 40 años de edad, por lo que se puede afirmar realizando esta comparativa que una plantación de almendro en regadío es un buen sumidero de CO₂, por la elevada cantidad de biomasa que es capaz de producir.



Divulgación



A lo largo de las anualidades estudiadas, se han realizado en la parcela diversas actividades de divulgación, principalmente 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. Se han recibido visitas de organizaciones como el CEBAS, el ayuntamiento de Torre-Pacheco, Institutos y una entrevista de TV7 para un reportaje sobre el ahorro de agua y nutrientes y la rentabilidad en el cultivo del almendro, como alternativa a otros cultivos.

Foto 67. Entrevista sobre el cultivo de almendros en TV7 (27/05/2019).



Foto 68. Visita parcelas almendro alcalde Torre-Pacheco y equipo municipal (29/07/2019).



Foto 69. Técnicos del CEBAS y productores de almendra (07/05/2019).



Foto 70. Visita Consejero, Alcalde de Torre-Pacheco, Jefe de servicio de Formación y Transferencia Tecnológica, técnicos de la Consejería y agricultores a plantación de almendros (06/03/2020).



Foto 71. Visita técnicos del CEBAS y productores de almendra (07/05/2019).



9

Conclusiones



Los frutos secos en general, y el almendro en particular, están considerados como una de las mejores alternativas de cultivo, con buenas perspectivas de expansión. Entre los aspectos favorables podemos destacar los siguientes: buena productividad (bajo adecuadas condiciones de cultivo); alto grado de mecanización y costes de cultivo reducidos; condiciones favorables del mercado (la UE es altamente deficitaria, consumo en aumento, buenos precios actuales de la almendra, etc.). Todo ello está propiciando una considerable expansión de este tipo de cultivo del almendro en riego, bajo buenas condiciones edafoclimáticas y altamente tecnificado, que permite alcanzar unos buenos niveles productivos y de rentabilidad (Arquero *et al*, 2013).

De los resultados de nuestra parcela demostrativa se desprende que el almendro cultivado en esta zona y en las condiciones descritas, con acolchado y riego localizado, se comporta de manera totalmente diferente al cultivo tradicional, con un crecimiento rápido, precoz entrada en producción, reducción de la vecería y una producción total muy elevada, con buenos rendimientos en kg de pepita. Acompañado por los precios de los últimos años, se podría considerar como una alternativa a otros cultivos como las hortalizas o los cítricos, por sus menores necesidades de agua, fertilizantes y fitosanitarios y de mano de obra.

La mayor productividad se produce en la campaña 2018 y se obtiene con la variedad 'Marinada' que llega a los 13,9 kg de grano por árbol. El árbol sin poda es el que tiene el record del ensayo con 61 kg de almendra en cáscara y 19,2 kg de grano en 2018. La variedad más productiva como media para todo el periodo es 'Marinada', con una producción acumulada para todo el periodo de 8 campañas de 61,5 kg grano/árbol y una producción sostenida desde 2010 superior a los 10 kg pepita/árbol. Muy de cerca le sigue 'Constantí' con una producción acumulada de 57,5 kg pepita/árbol y a continuación 'Belona' con 48,4 y 'Vairo' con 47,3. Se apunta que estas cuatro variedades son capaces de mantener de una manera sostenida, ya en plena producción, los 3.000 kg/ha de grano, valores muy altos, que son plenamente competitivos.

En cuanto a la producción según el tipo de poda, han obtenido los valores más altos con la no poda, seguido de la poda mínima. Sería preciso realizar un ensayo con mayor número de árboles para tener resultados estadísticamente significativos, pero en principio las variedades 'Marinada' y 'Constantí' presentan un porte poco ramificado con floración repetitiva en brotaciones cortas, lo que las hace muy aptas para la técnica de no poda.

Estos resultados son orientativos dado que no tenemos un número de árboles y de repeticiones suficiente para afirmarlo, pero son coincidentes con los de otros ensayos que se han realizado en USA, donde se pone de manifiesto que en condiciones de cultivo sin limitaciones de suelo y agua, la máxima producción se logra cuando se tiene el mayor volumen productivo de árbol. Caso diferente es el de los secanos.

En cuanto al rendimiento de las variedades en g/Kg (g pepita/kg almendra), destacan por este orden en como media de las anualidades: `Soleta`, `Colorada`, `Marinada` y `Lauranne`, por encima de los 300 y por debajo `Vairo`, `Belona`, `Constantí` y `Carreró`, también por este orden, siendo el rendimiento medio del conjunto de variedades y para los 9 años de 298 g/kg, lo que se considera muy aceptable en comparación con los rendimientos de los secanos.

Las variedades más tempranas a efectos de la recolección han sido `Belona` y `Vairo`, siendo las más tardías `Soleta` y `Colorada`. La recolección temprana es una ventaja porque evita riesgos de tormentas que puedan tirar la cosecha al suelo o de lluvias que impidan o dificulten la recolección.

Se puede afirmar que es posible obtener producciones de entre 2.000 y 3.000 kg/ha de almendra grano como ocurre en USA, dónde se pone de manifiesto que en condiciones de cultivo sin limitaciones de suelo y agua, se pueden mantener estas producciones en el tiempo.

Se ha podido responder también al reto de que es además posible mantener estos niveles de producción con las nuevas variedades y los nuevos modelos productivos de plantaciones intensivas. La productividad depende principalmente del número de flores producidas, del porcentaje de cuajado y del peso del fruto, los parámetros que componen el rendimiento productivo y que dependen del genotipo, pero están modulados por las condiciones agro-climáticas y el manejo agronómico.

Las plantaciones de almendro son además un buen sumidero de CO₂, en el caso de nuestro ensayo de regadío cuantificado como el doble de un bosque de pino de 40 años de edad, por lo que pueden participar en la gestión sostenible y el reforzamiento de los sumideros y depósitos de estos gases de efecto invernadero, como promueve el Protocolo de Montreal.

Con las variedades disponibles actualmente y la mejora de los procesos agronómicos, podemos conseguir estos niveles de productividad, además con un modelo productivo eficiente y sostenible medioambientalmente. La extrapolación de estos resultados ensayos más grandes en los que pueda realizarse mecanización total, recolección en continuo y mantenerse estas elevadas producciones constituiría sin duda un modelo productivo eficiente y sostenible, tanto económicamente como medioambientalmente.



10

Bibliografía

- Arquero Octavio *et al.* Sevilla, 2013. Manual del almendro. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.
- Dicenta, Federico. Marzo 2019. El almendro: una gran oportunidad para la fruticultura española. III Congreso Nacional de Fruta de Hueso. CEBAS-CSIC.
- Estadística Agraria de Murcia 2011-2020. Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente. Dirección General de Agricultura, Industria Alimentaria y Cooperativismo Agrario.
- Felipe AJ, 1984. Profitability of almonds orchards in Spain. *Acta Hort.* 155: 287-290.
- Lovera, María; Serrano, Nicolás y Arquero, Octavio. IFAPA. El cultivo del almendro en Andalucía. Consejería de Agricultura (Junta de Andalucía) 08/04/2016.
- Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO). Mayo de 2019. Guía para la estimación de las absorciones de dióxido de carbono.
- Socias i Company R., 2001. Almendro. En: F. Nuez y G. Llácer (eds.): La horticultura española. SECH – Ed. Horticultura, Reus, pp. 271-274.
- Socias i Company R. y Felipe A.J. ‘Belona’ y ‘Soleta’, dos nuevos cultivares de almendro. *Separata ITEA Información Técnica Económica Agraria*, VOL. 102 n.º 4 (398-408), 2006.



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

Acción financiada a través de la medida 1 del Programa de Desarrollo Rural 2014-2020 de la Región de Murcia, gestionada por el Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica