

Cultivo del Almendro Ecológico en Regadío



1. Introducción

2. Diseño experimental

3. Resultados

3.1. Fenología

3.2. Defoliación

3.3. Susceptibilidad al pulgón

3.4. Crecimiento

3.5. Producción

4. Conclusiones



Instituto Andaluz de Investigación
y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria
y de la Producción Ecológica
Consejería de Agricultura,
Pesca, Agua y Desarrollo Rural



Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Cultivo del Almendro Ecológico en Regadío. [Arroyo, FT.; Herencia, JF.; Capote, N. Consejería de Agricultura, Ganadería, Agua, y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2023. 1-16 p. Formato digital (e-book) – (Recursos Naturales y Forestales, y Protección Vegetal Sostenible).

Fenología – almendro – producción ecológica



Este documento está bajo Licencia Creative Commons.
Reconocimiento-No comercial-Sin obra derivada.
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es>

Cultivo del Almendro Ecológico en Regadío.

© Edita JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
Consejería de Agricultura, Ganadería, Agua y Desarrollo Rural.
Sevilla, marzo de 2023.

Autoría:

Francisco T. Arroyo¹

Juan Francisco Herencia¹

Nieves Capote¹

Este trabajo ha sido cofinanciado por el proyecto “Gestión integral del cultivo del almendro y otros frutos secos en Andalucía (INNOVA-Nuts)” (PP.AVA.AVA201601.18), de la convocatoria de Proyectos de INVESTIGACIÓN e INNOVACIÓN TECNOLÓGICA cofinanciados por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, y el proyecto RTA2017-00009-C04-03 con un 80% de financiación FEDER.

¹ IFAPA, Centro Las Torres

1.- Introducción

La superficie de almendro en Andalucía superó las 200 mil ha en 2019, de las que más del 87 % estaban en régimen de secano. No obstante, en los últimos cinco años el cultivo del almendro en regadío ha pasado de 8 mil a 26 mil ha. La implementación del riego en el cultivo junto con la innovación tecnológica y el uso de nuevas variedades han incrementado sustancialmente los rendimientos de almendra en más de seis veces respecto al cultivo en secano (2500 frente a 350 Kg/ha). Este impulso ha sido promovido por el elevado valor comercial de este fruto seco, cuya demanda por parte de los consumidores ha crecido en los últimos años. Más aún la almendra ecológica, que posee un valor añadido debido a que constituye un fruto saludable y obtenido a través de prácticas respetuosas con el medioambiente.



Figura 1. Parcela de ensayo de almendro en regadío. Finca experimental IFAPA centro Las Torres, Alcalá del Río (Sevilla).

La superficie agrícola destinada a producción ecológica en España supera los dos millones de ha situando a nuestro país en el primero de la UE en este sistema de producción. A su vez, Andalucía lidera la superficie en cultivo ecológico en España con algo más del 50 %, siendo el cultivo del almendro uno de los más extendidos con cerca de 50 mil ha. La mayoría se encuentra en régimen de secano y en zonas marginales donde los insumos son muy escasos, mientras que el cultivo bajo manejo ecológico y en regadío representa una fracción muy limitada. La fertilización orgánica y especialmente el control de las plagas y enfermedades mediante productos ecológicos autorizados constituyen los principales desafíos para los agricultores.

De este modo, la respuesta y adaptabilidad de las principales variedades comerciales de almendro bajo régimen ecológico no está bien estudiada, menos aún en regadío.

En este trabajo, se compara el desarrollo fenológico, la densidad floral, la defoliación, el crecimiento, la susceptibilidad al ataque de pulgones y la productividad de cinco cultivares de almendro en régimen de regadío en manejo ecológico y convencional. Los ensayos se llevaron a cabo en parcelas experimentales localizadas en el centro IFAPA Las Torres, Alcalá del Río, en el valle del Guadalquivir durante cuatro campañas consecutivas, desde 2017 a 2021 (Figura 1).

2.- Diseño experimental

El estudio se llevó a cabo en una plantación de almendro establecida en enero de 2016 en la finca experimental de IFAPA centro Las Torres en Alcalá del Río (Sevilla), en el valle del Guadalquivir (37° 30' 48" N; 5° 57' 46" W). La plantación está establecida en dos parcelas de unos 6000 m² cada una y separadas 500 m entre sí, con un marco de 7 × 6 m en régimen de regadío y manejadas bajo los sistemas de producción ecológico y convencional. En el diseño experimental, en bloques al azar con ocho repeticiones, se han utilizado cuatro cultivares de almendro de diferente fecha de floración: 'Guara', 'Lauranne', 'Marta' y 'Marcona' con cuatro árboles por cada repetición injertadas en patrón 'Garnem®'. Además, el cultivar 'Carreró' se utilizó como polinizador y se dispuso entre árboles del cv. 'Marcona' permitiendo contar con ocho árboles en cada subparcela (Figura 2). Las parcelas fueron irrigadas mediante sistema de riego por goteo desde marzo a octubre con emisores de 2,3 L/h. La fertilización orgánica consistió en la incorporación anual de una cubierta vegetal compuesta de veza y avena (3:1) y de una leguminosa, haba forrajera, alternativamente cada campaña, así como de una aplicación anual de estiércol animal (2 kg/m²/año). En la parcela convencional la fertilización se aplicó por irrigación utilizando un complejo N-P-K (15-15-15), a razón de 150 Kg/ha, durante la floración.

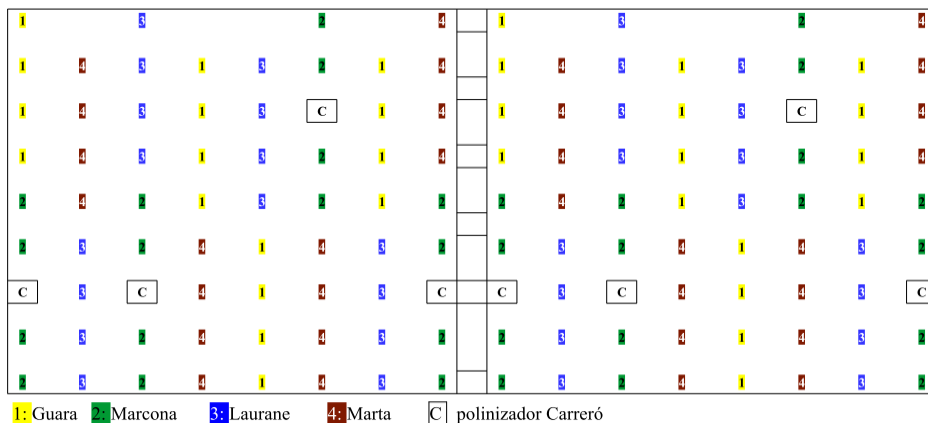


Figura 2. Plano de la parcela de ensayo de almendro en regadío. Finca experimental IFAPA centro Las Torres, Alcalá del Río (Sevilla).

Los datos de lluvia, temperatura y humedad fueron obtenidos de la estación meteorológica IFAPA Las Torres, Alcalá del Río.

El control de plagas y enfermedades se realizó siguiendo el Reglamento EU 2018/848 de la Unión Europea relativo a la producción ecológica y la normativa andaluza de producción integrada (ORDEN de 20 de marzo de 2012, BOJA n.º 62 de 29 de marzo de 2012).

El desarrollo fenológico se determinó en dos árboles de cada cultivar y repetición, registrando la fecha de inicio y fin de floración, alrededor del 5 % de flores abiertas y 95 % de pétalos caídos respectivamente en los años 2018 a 2021. La densidad de floración se estimó mediante recuento del número de flores en tres ramas de cada árbol evaluado.

La dinámica de defoliación se estimó semanalmente desde octubre hasta diciembre utilizando una escala de 0 a 5: 0, sin hojas caídas; 1, hasta el 20% de hojas caídas; 2, hasta el 40 % de hojas caídas; 3, hasta el 60% de hojas caídas; 4, hasta el 80% de hojas caídas; y 5, más del 80% de hojas caídas.

El crecimiento y vigor se estimó en dos árboles de cada cultivar y repetición de cada parcela mediante la medida del perímetro del tronco, a 20 cm por encima del injerto, al final de la estación de crecimiento, en noviembre, y luego calculando el área de la sección transversal del tronco (TCSA, por sus siglas en inglés). La producción y el rendimiento se determinó sobre el total de almendras recogidas de cada repetición.

Por último, la severidad del ataque de pulgón (referido al pulgón verde harinoso, el más relevante encontrado en el ensayo) se estimó utilizando igualmente una escala de 0 a 5: 0, sin presencia de pulgón; 1, presencia de hasta un 20% en brotes y ramitas; 2; hasta un 40%; 3, hasta un 60%; 4, hasta un 80%; y 5, más del 80 %.

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa Statistix v.9.0, NH Analytical Software, USA. Los datos correspondientes a la densidad de flores, y TCSA, fueron sometidos a análisis de la varianza ANOVA y comparación de medias mediante test LSD, al nivel de significancia de $p < 0.05$, mientras que la defoliación y el máximo de severidad de ataque de pulgón fueron comparados con el test no-paramétrico de Kruskal-Wallis al nivel de significancia de $p < 0.05$.

3.-Resultados

3.1 Fenología

La Figura 3 recoge la temperatura media de los cuatro años de estudio del 15 de enero al 15 de marzo, periodo que determina la ruptura de la dormancia. Se registró un incremento de temperatura media de 2,98 °C en ese periodo en la zona de ubicación del ensayo entre 2018, 2019, 2020 y 2021, así como una disminución del número de horas frío acumuladas (Tabla 1).

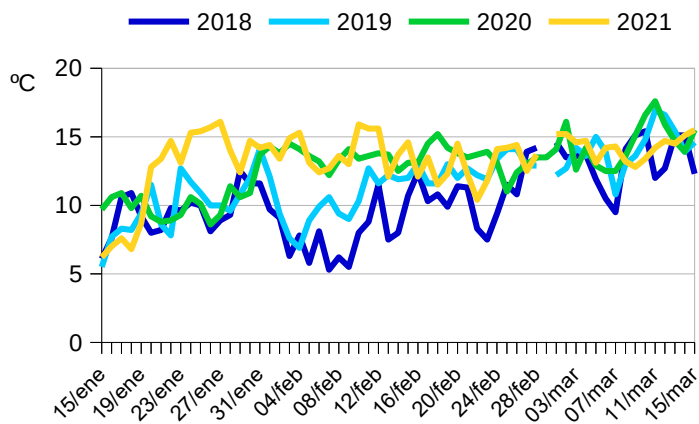
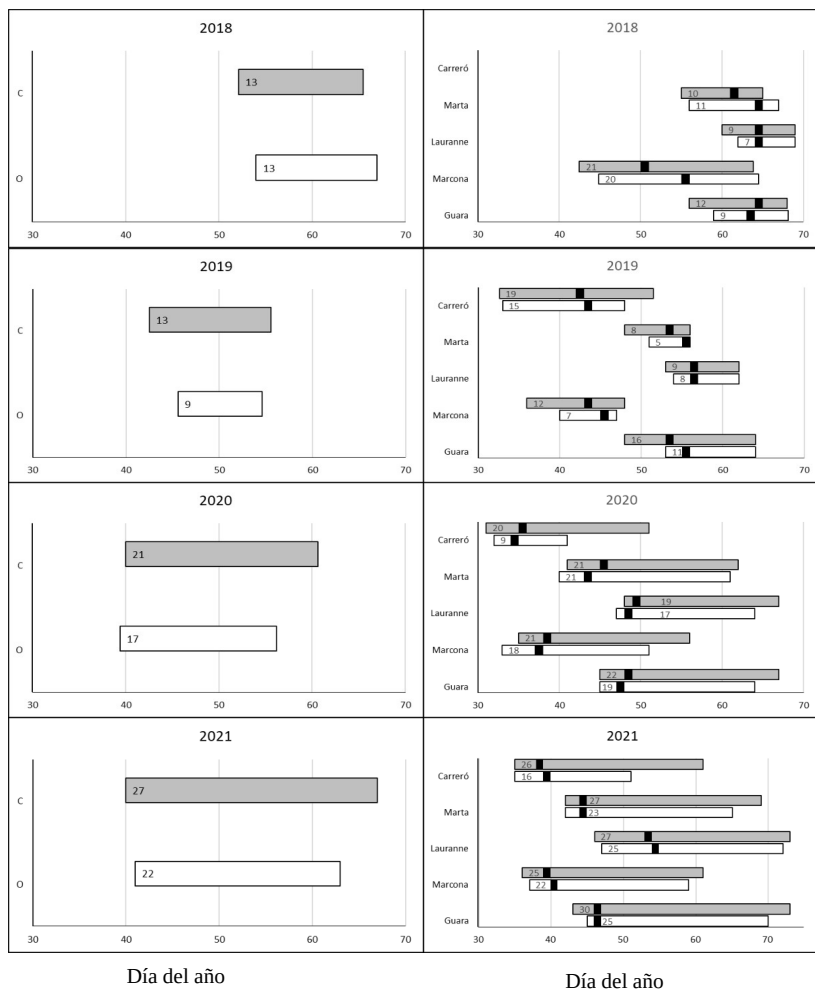


Figura 3. Temperatura media del período de 15 de enero a 15 de marzo de los años 2018, 2019, 2020 y 2021. Estación Meteorológica IFAPA centro Las Torres, Alcalá del Río (Sevilla).

Tabla 1. Número de horas frío y temperatura media registradas en la zona de estudio en los años 2017 a 2021.

Período	nº horas frío	Tª media (°C)
2017-2018	818	10,36
2018-2019	675,5	11,67
2019-2020	407,5	12,82
2020-2021	355	13,34



Los resultados del período de floración revelan una mayor precocidad en los árboles manejados convencionalmente así como un mayor intervalo de floración en este sistema de producción. Los datos también muestran un adelanto gradual del inicio de la floración de 2018 a 2021, de 12 días en la parcela ecológica y de 9 días en la parcela convencional (Figura 4).

Figura 4. Intervalo y número de días de floración medio de las parcelas ecológica (O) y convencional (C), a la izquierda, y de los cultivares de almendro ensayados en cada parcela ecológica (blanco) y convencional (gris), a la derecha, en los años 2018 a 2021. El cuadro negro indica el momento de la plena floración dentro del intervalo.

La floración se adelantó en todos los cultivares en la parcela convencional respecto a la ecológica en 2018, 2019 y 2021, pero esta tendencia se invirtió en 2020 reduciéndose la diferencia entre ambos sistemas e incluso adelantándose en la parcela ecológica en los cultivares 'Marta', 'Marcona' y 'Lauranne'. Los cultivares más precoces en la floración en la parcela ecológica y en la convencional fueron 'Carreró' y 'Marcona' en todos los años de estudio, exceptuando 2018 para 'Carreró', que no tuvo floración ese año. 'Carreró' desarrolló sus flores antes que 'Marcona' cumpliendo su función como polinizador de esta variedad, que es autoestéril. El cultivar 'Lauranne' fue el más tardío en iniciar la floración en ambos sistemas de manejo en todos los años estudiados. Por otro lado, el intervalo de floración se incrementó en todos los cultivares desde 2018 a 2021, posiblemente debido al crecimiento y mayor vigor de los árboles. Si consideramos el año 2021, con mayor desarrollo de los árboles, no se apreciaron diferencias significativas en el número de días de floración entre ambos sistemas de producción para los cultivares 'Marta' y 'Lauranne', pero sí se mantienen diferencias significativas en 'Carreró', 'Marcona' y 'Guara' (Figura 5).



Figura 5. Floración de almendro cv. 'Guara' en la parcela ecológica (izquierda) y convencional (derecha), 22 de febrero de 2020.

Respecto de la densidad de flores o floribundez, estimada como la cantidad media de flores en tres ramas de cada árbol, en una longitud aproximada de 50 cm en las posiciones N, ESE, y WSW, la Figura 5 recoge los resultados para las distintas variedades de almendro en las parcelas manejadas ecológica y convencionalmente entre los años 2018 y 2021. En todos los años estudiados, el número de flores fue significativamente mayor en la parcela convencional que en la ecológica, exceptuando el caso del cv. 'Carreró' que no produjo flores en 2018 en ninguna de las parcelas (Figura 6).

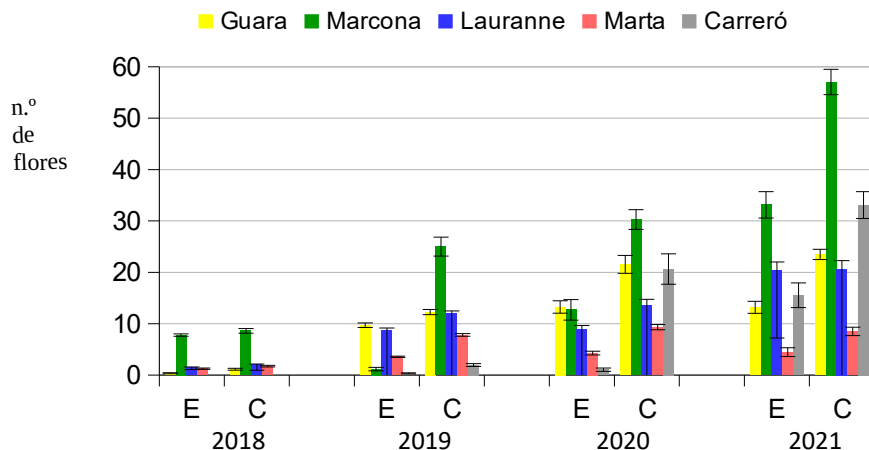


Figura 6. Densidad de flores o floribundez de cinco cultivares de almendro en régimen de regadío en manejo ecológico (E) y convencional (C) en los años 2018 a 2021. Los datos son la media de 3 ramas y dos árboles de 8 repeticiones por cada cultivar y sistema de producción.

'Marcona' fue el cultivar con valores más altos de floribundez en los años estudiados y produjo significativamente el mayor número de flores de todos los cultivares analizados, tanto en manejo ecológico como en convencional. El cultivar 'Guara' también mostró un aumento progresivo de producción de flores, especialmente en 2020. El cultivar 'Marta' fue el que presentó el menor incremento del número de flores con el tiempo, con los valores más bajos en 2021.

La densidad de flores fue significativamente más elevada en la parcela convencional respecto a la ecológica en todos los años, y esta diferencia se incrementó progresivamente en el tiempo, alcanzando su mayor valor en 2020 (Figura 7).

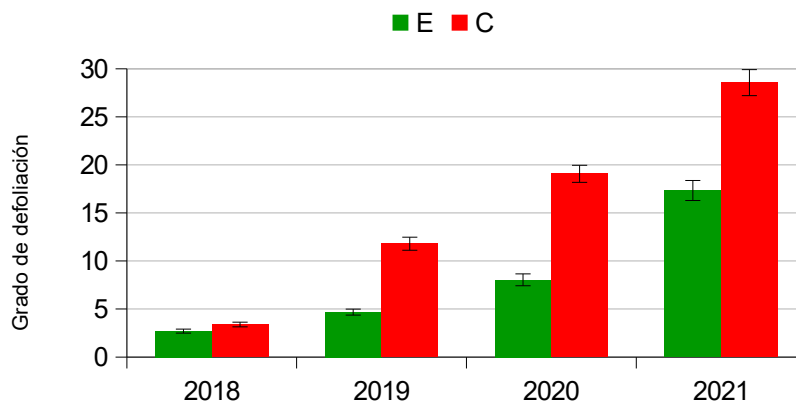


Figura 7. Floribundez media de cinco cultivares de almendro en régimen de regadío en manejo ecológico (E) y convencional (C) desde 2018 a 2021.

3.2.- Defoliación

La caída de hojas se inició antes y fue más intensa en los árboles bajo manejo ecológico para todos los cultivares en los cuatro años estudiados (Figura 8). Tanto en manejo ecológico como en convencional, las variedades que más se anticiparon en la caída de hojas fueron 'Marcona' y 'Guara', especialmente la primera en la parcela ecológica donde alcanzó la mayor intensidad de defoliación más tempranamente. Por el contrario, 'Marta' fue la variedad que más tiempo permaneció con hojas, y aquella en la que se observó un estado de solapamiento de hojas viejas y hojas nuevas. En la Figura 8 se muestra la dinámica de defoliación de los cinco cultivares de almendro en regadío en manejo ecológico y convencional en el año 2019.

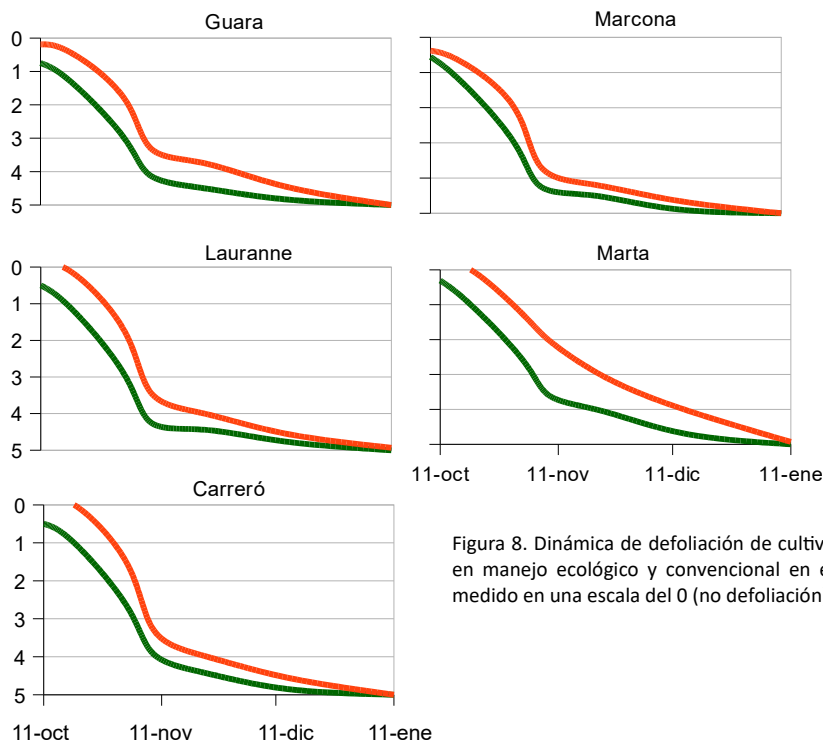


Figura 8. Dinámica de defoliación de cultivares de almendro en régimen de regadío en manejo ecológico y convencional en el valle medio del Guadalquivir en 2019 medido en una escala del 0 (no defoliación) al 5 (defoliación completa).

3.3.- Susceptibilidad al pulgón

En la tabla 2 se muestra la severidad máxima registrada para el ataque de pulgón en los diferentes cultivares de almendro en manejo ecológico y convencional. La incidencia y severidad del pulgón ejerció un visible efecto sobre la defoliación, especialmente en el cultivar 'Marcona' donde alcanzó los valores más elevados en ambos manejos, sobre todo en ecológico. La especie de pulgón evaluada fue identificada como el pulgón verde harinoso, *Hyalopterus amygdali* Blanchard.

Tabla 2. Índice de Severidad Máxima de ataque de pulgón en cinco cultivares de almendro en régimen de regadío bajo manejo ecológico y convencional en 2018. Distintas letras minúsculas indican diferencias significativas entre cultivares dentro de cada régimen de cultivo; el asterisco indica diferencias significativas entre manejo ecológico y convencional para cada cultivar, $p < 0.05$.

Cultivar	Ecológico	Convencional
Guara	0,30 ^{c*}	0,18 ^c
Marcona	2,20 ^{a*}	1,34 ^a
Lauranne	0,50 ^{c*}	0,37 ^b
Marta	1,19 ^{b*}	0,50 ^b
Carreró	1,94 ^{a*}	1,18 ^{ab}
Media	1,23 [*]	0,71

3.4- Crecimiento

Los datos de crecimiento del árbol, estimado como el área de la sección transversal del tronco (TCSA) en cm^2 , medida a 20 cm por encima del portainjerto, para cada cultivar en cada sistema de producción entre los años 2017 y 2021, así como el incremento de TCSA en ese período, se muestran en la Figura 9. Los datos revelan mayor crecimiento en todas las variedades de la parcela convencional respecto a la ecológica. Asimismo, el incremento de TCSA en el período de 2017 a 2021 fue mayor en la parcela convencional para todos los cultivares. En 2017, con la plantación recién establecida, no se detectaron diferencias significativas entre cultivares dentro de cada sistema de producción. Estas diferencias se apreciaron con el desarrollo de los árboles en el tiempo: 'Marta' fue el cultivar con mayor dinámica de crecimiento mostrando los valores más altos de TCSA en ambos sistemas, ecológico y convencional, mientras que los valores más bajos se observaron en la variedad 'Marcona'. Por otro lado, 'Lauranne' fue el cultivar que mostró menos diferencias de crecimiento entre ambos manejos.

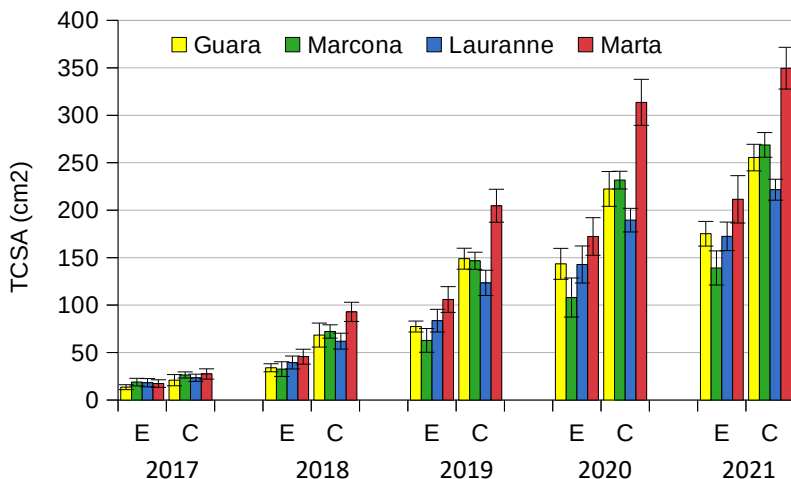


Figura 9. Dinámica de crecimiento de diferentes cultivares de almendro en régimen de regadío bajo manejo ecológico (E) y convencional (C) en los años 2017 a 2021.

3.5.- Producción

Las producciones de almendra cáscara y de pepita, en Kg por árbol, fueron significativamente más elevadas en la parcela convencional respecto de la parcela ecológica para todos los cultivares y todos los años analizados, excepto para ‘Lauranne’ en 2021. En la Figura 10 se muestra la producción estimada de almendra en pepita en kilos por hectárea de los distintos cultivares en ambos sistemas de producción, ecológico y convencional. La producción media de almendra cáscara en la parcela ecológica representó el 26 % de la parcela convencional en 2020 pero redujo su diferencia en 2021 y alcanzó hasta el 57% de la producción en la parcela convencional. Similares resultados se obtienen para la producción de almendra en pepita.

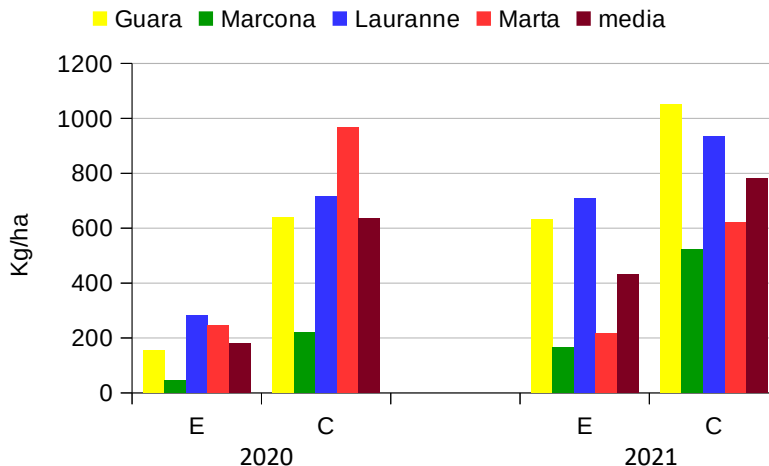


Figura 10. Producción de almendra en pepita, estimada en Kg/ha, de cuatro cultivares de almendro así como la media de éstos en régimen de regadío en producción ecológica (E) y convencional (C) en 2020 y 2021. Los datos son media de 32 árboles por cada cultivar (4 árboles por repetición, y 8 repeticiones por cada cultivar en cada sistema de producción), y estimados por ha, (238 árboles/ha).

4.- Conclusiones

1. El adelanto de la floración en todos los cultivares de almendro ensayados y en ambas parcelas, ecológica y convencional, en los años 2018 a 2021, podría deberse a los cambios de las condiciones ambientales en la zona de estudio, que ha presentado una disminución progresiva de las horas frío y un aumento de la temperatura media en el período de enero a marzo.
2. La densidad de floración parece estar no afectada por el adelanto de la misma, sino por el cultivar de almendro y muy especialmente por el efecto del sistema de producción.
3. Los cultivares de almendro ensayados muestran diferencias de susceptibilidad al ataque de la plaga de pulgón, siendo el cv. 'Marcona' el más susceptible.
4. La defoliación también se ve afectada por las condiciones ambientales, el tipo de cultivar así como por el sistema de producción.
5. Las estrategias de control de la plaga de pulgón utilizadas en el sistema de producción ecológico resultan todavía insuficientes y muestran una menor eficacia que las del sistema de producción convencional, y afecta al desarrollo de los árboles
6. La tasa de crecimiento y/o vigor de los almendros está influenciada por el cultivar así como por el sistema de producción empleado, siendo especialmente relevante su efecto sobre el cultivar 'Marcona'.
7. El sistema de producción influye en el rendimiento de las variedades de almendro utilizadas, si bien este efecto varía en intensidad dependiendo de la variedad por lo que la elección del cultivar puede ser considerado a tener en cuenta a la hora de la producción ecológica del almendro.
8. La investigación en la búsqueda de alternativas para una agricultura más sostenible y respetuosa con el medio ambiente resulta cada vez más imprescindible ante la preocupación de la sociedad por alimentos más sanos y la normativa europea. Asimismo, el calentamiento global actual, estrechamente asociado al cambio climático, constituye un escenario a tener en cuenta para la selección de variedades de almendro más adaptadas a las nuevas condiciones.

Cultivo del Almendro Ecológico en Regadío

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera

Avenida de Grecia s/n 41012 Sevilla (Sevilla) España

Teléfonos: 954 994 595. Fax: 955 519 107

e-mail: webmaster.ifapa@juntadeandalucia.es

SERVIFAPA PLATAFORMA DE ASESORAMIENTO Y TRANSFERENCIA DEL
CONOCIMIENTO AGRARIO Y PESQUERO EN ANDALUCÍA

www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa

www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa

Este trabajo ha sido cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020



Instituto Andaluz de Investigación
y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria
y de la Producción Ecológica

Consejería de Agricultura,
Pesca, Agua y Desarrollo Rural



Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional