



AGROMILLORA

It's in our nature

El almendro autoenraizado en secano



El almendro autoenraizado en secoano

01

La importancia de los secanos frescales y su uso en España

02

Antecedentes

03

Bases agronómicas del sistema productivo

04

Experiencias en curso en España

05

Características del seto autoenraizado

06

Las características del cultivo del almendro autoenraizado en seto

07

El almendro autoenraizado como alternativa: viabilidad económica

08

Conclusiones





En España la superficie ocupada por los cereales y frutales en secano es de 8 millones de ha, de las cuales más de 3 millones corresponden a los denominados “secanos frescos” o “secanos frescales”, con pluviometrías superiores a los 400 mm/año. Éstos se destinan en su mayor parte a la producción de cereales, seguidos por los cultivos leñosos, en particular la viña, la aceituna y los almendros.

Se analizan los factores limitantes de estos secanos para el cultivo de cereales y de especies leñosas.

Se exponen las bases agronómicas de los frutales autoenraizados y como las nuevas tecnologías de propagación “in vitro”, pueden aportar una innovación que abre interesantes perspectivas para los productores en un contexto donde la rentabilidad del cultivo de los cereales depende en gran medida de las ayudas de la PAC, el viñedo muestra en determinadas zonas crisis de precios recurrentes y el almendro no alcanza las producciones que serían deseables.

Finalmente se analizan los costes, los ingresos y el margen neto para el productor, comparando el sistema tradicional de producción del almendro en secano fresco, con el almendro autoenraizado en seto y en producción ecológica, los cereales, el girasol y el olivo.

01

La importancia de los secanos frescales y su uso en España

La distribución de las tierras cultivadas en España según su pertenencia a secano o regadío se expone en la [Figura 1](#), donde se observa la importancia del Valle del Ebro y del centro Suroeste de España. Además, es en estas mismas zonas donde el secano ocupa los mayores porcentajes de la tierra cultivada.

Los cultivos herbáceos ocupaban en España en 2018 una superficie de 8.595.662 ha, la mayor parte en secano, con cerca de los 7 millones de ha ([Tabla 1](#)).

La mayor parte de la superficie de herbáceos se dedica a los cereales de grano con 6.234.000 ha, de las cuales 5.284.000 ha se encuentran en secano. Los cultivos forrajeros ocupaban el

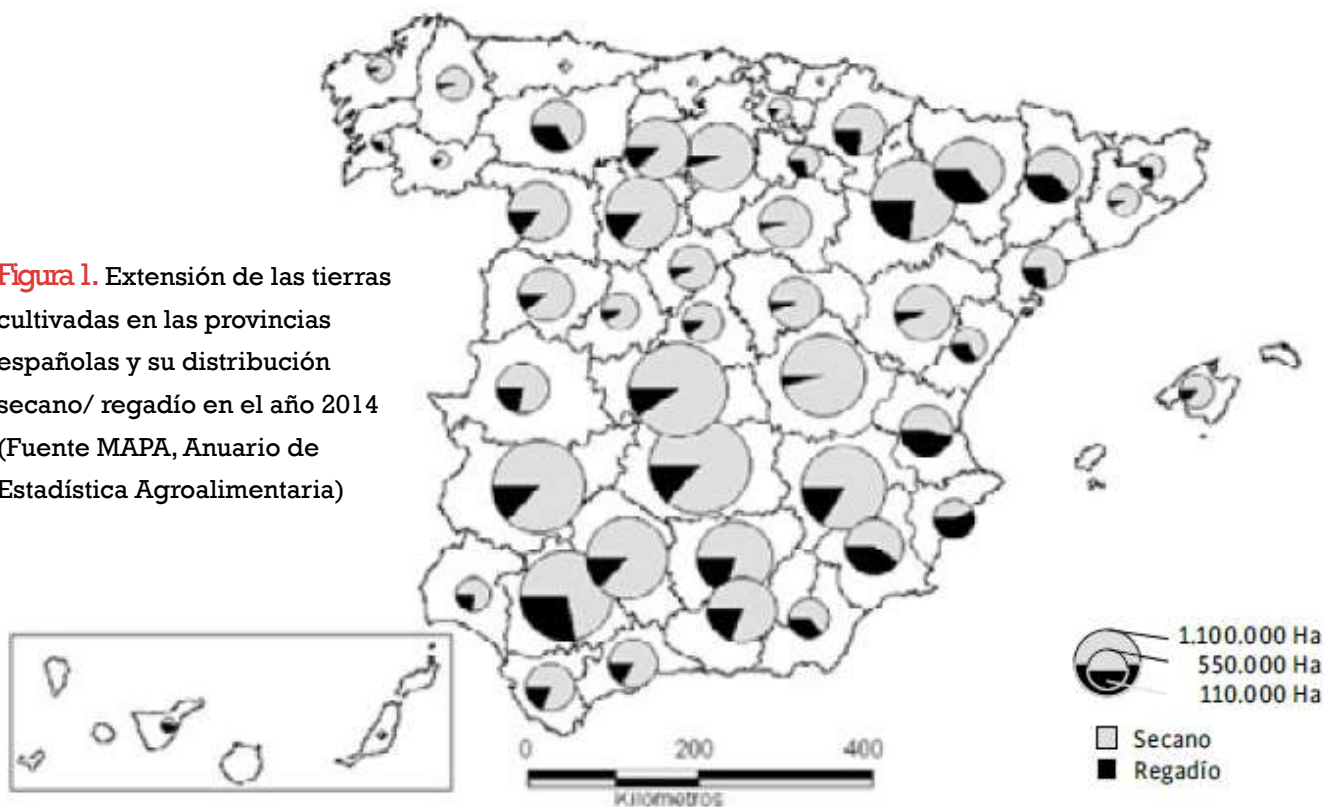
segundo lugar con 1.030.178 ha, los industriales el tercero (896.583 ha), las leguminosas los cultivos leñosos contaban con una superficie total de 4.562.342 ha ([Tabla 1](#)), con una importancia destacable del olivo (2.650.802 ha), la viña (966.962 ha), y el almendro (665.00 ha) ([Tabla 2](#)). La mayor parte de los cultivos leñosos se encuentra en secano con 3.339.645 ha ([Tabla 1](#)).

La distribución de la superficie de principales cultivos leñosos entre secano y regadío se ilustra en la [Tabla 2](#) donde se observa la predominancia del secano frente al regadío; así en olivo representa el 70%, en viña el 61%, mientras que en almendro representa el mayor porcentaje con el 84%, con tan solo 105.000 ha en regadío ([Tabla 2](#)).

La mayor parte de los cultivos extensivos y en particular los herbáceos se cultivan en secano. En particular son de destacar los cereales, con 6,2 millones de ha, de las cuales 5,3 millones se encuentran en secano y cerca de 1 millón de ha



Figura 1. Extensión de las tierras cultivadas en las provincias españolas y su distribución secano/ regadío en el año 2014 (Fuente MAPA, Anuario de Estadística Agroalimentaria)



en regadío. En secanos extremos con producciones de 1.500-2.000 kg grano/ ha, ni estas ayudas permiten rentabilizar el cultivo, mientras que en secanos frescales con 3.000-5.000 kg de grano por ha, la ayuda de la PAC constituye en muchos casos la rentabilidad del cultivo, a todas luces insuficiente, debido al constante incremento de los costes de producción.

En el caso de los cultivos leñosos en secano se cultivan 3 millones de has, principalmente olivo, viña y almendro. En este caso, la rentabilidad se presenta estable y a todas luces insuficiente en el caso del olivo, con variaciones anuales intrínsecas a la cotización del aceite y al volumen productivo. En almendro la mayor parte de la superficie se encuentra en secano (Tabla 2), lo que condiciona fuertemente su rentabilidad.

La superficie de secano dedicada en España a los cereales y a los cultivos leñosos es de unos

8 millones de has. Una parte importante de la misma, estimada en un 40% (alrededor de 3 millones de ha), se sitúa en secanos frescales (>400 mm/año de pluviometría) en los que el productor de cereales o viña necesita opciones productivas más rentables a las actuales.

En olivo, ya se ha dado el paso a la producción en seto con rentabilidades claramente superiores a los cereales, pero con la limitación climática del riesgo de heladas de invierno en zonas del centro-norte de España.

En estos casos una opción que se plantea, siguiendo la experiencia del olivo en secano en seto cultivado por supuesto sobre sus propias raíces, es el cultivo del almendro autoenraizado.



02

Antecedentes

En condiciones de secanos frescales, el cultivo del olivo en seto es ya una realidad en España desde hace más de 10 años, principalmente con las variedades 'Arbequina' y 'Arbosana', con un concepto similar al expuesto a continuación para el almendro autoenraizado. El control del volumen del seto y la mayor densidad de plantación, con respecto al sistema tradicional posibilita producciones de entre 5.000 y 8.000 kg/ha de aceituna, según precipitación, con una rentabilidad superior a los cereales y con un cultivo totalmente mecanizado.

Cultivos herbáceos		Cultivos leñosos		TOTAL		TOTAL	
Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Herbáceos	Leñosos
6.963.681	1.631.981	3.339.645	1.222.697	3.339.645	3.497.438	8.595.662	4.562.342

Tabla 1. Distribución de la superficie (ha) de España por tipo de cultivo (herbáceos y leñosos) y según su pertenencia a secano o regadío en el año 2018. Fuente: https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas-estadisticas-agrarias/boletin2018_tcm30-504212.pdf

Olivo		Viña		Almendro		TOTAL	
Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío
1.865.943	784.859	588.059	378.903	560.000	105.000	3.014.002	1.268.762

Tabla 2: Superficies (ha) de los cultivos leñosos en España en el año 2018, según su pertenencia secano o regadío.

03

Bases agronómicas del sistema productivo

La utilización de plantas leñosas autoenraizadas no constituye novedad alguna, dado que su utilización de remonta al neolítico cuando se inició la domesticación de las plantas y su propagación. Su uso se ha visto limitado tradicionalmente a la aptitud de cada especie a la emisión de raíces y al comportamiento agronómico de la variedad sobre las mismas. Así en avellano y en olivo, sigue siendo una práctica habitual, también utilizada en peral

en variedades poco vigorosas y con mala compatibilidad con el membrillero.

El almendro, por tratarse de un fruto seco, cuenta en la actualidad con perspectivas interesantes de precios y más si es en producción ecológica, con una demanda sostenida. En España esta especie se ha cultivado tradicionalmente en secano sobre patrones francos, entre ellos la variedad de almendro 'Garrigues', por su buena adaptación a las condiciones de secano que aporta esta especie cuando se utiliza como patrón.

Otros patrones utilizados en las dos últimas décadas como los híbridos melocotón x almendro (GF-77 y Garnem) presentan una peor adaptación a la sequía por ser el melocotonero uno de sus parentales. Ante estas premisas y a la luz de la experiencia en olivo sobre sus raíces, se planteó en Agromillora la posibilidad de propagar el almendro “in vitro”, debido a la dificultad de esta especie para la emisión de raíces.

La planta autoenraizada ofrece las ventajas de contar con el sistema radicular del almendro y su adaptación a la sequía y además se evita el injerto, con lo que se abarata el coste de producción en vivero. Sin embargo, el almendro como especie es muy difícil de radicar y además es sensible a la asfixia radicular, aspecto que deberá tenerse en consideración.

La segunda modificación importante respecto al cultivo tradicional en secano frescal con árboles en vaso y marcos de 8 x 8 o 7 x 6 m, es realizar el cultivo en seto, adaptando el concepto del seto utilizado en regadío.

En secano el seto permite el control del volumen de copa mediante la poda mecanizada y su adaptación a la disponibilidad hídrica de cada zona y año. Este sistema implica la reducción de la copa, de forma completamente mecanizada a partir del segundo año, de entre un 40 y un 60%, pasando de unos 5.000–6.000 m³/ha del regadío a unos 2.000–3.000 m³/ha.

En el cultivo tradicional en secano en vaso, este control periódico no se realiza o si se realiza es más costoso, por lo que la copa incrementa progresivamente su volumen. Ello ocasiona en años con déficit hídrico extremo propensión a la alternancia, lo que penaliza la regularidad de las producciones. El autoenraizado en seto

aporta como principales ventajas una mejor tolerancia a la sequía y un control del volumen de copa, lo que implica una mayor regularidad de las producciones. La entrada en producción más rápida de este sistema con respecto al tradicional viene dada por una mayor densidad de plantación.

04

Experiencias en curso en España

El seto autoenraizado en secano es una propuesta innovadora de Agromillora, de desarrollo relativamente reciente y basado en la experiencia del olivo en seto en secanos frescales. Los ensayos y parcelas demostrativas disponibles en la actualidad se iniciaron en el año 2017.

La superficie plantada total al final del invierno 2019–2020 será de 110 ha, mayoritariamente de fincas comerciales. Se describen a continuación, por orden cronológico las plantaciones realizadas. Las variedades introducidas son ‘Avijor’, ‘Guara’, ‘Soleta’, ‘Penta’ y más recientemente ‘Vialfas’, todas ellas autofértiles y de floración tardía.



- **Febrero 2017, plantación primera parcela demostrativa en Villarrobledo (Albacete) en colaboración con el ITAP. Es considerada como la primera parcela en el mundo de este tipo de cultivo.**

- **Marzo 2017, se inicia el primer ensayo en la Finca Porxina (Mequinenza, Aragón) de Josep Maria Roca con diferentes variedades.**

- Marzo 2018, plantación finca comercial en Motilla del Palancar (Cuenca).
- Primavera 2018, inicio ensayo en el ITACYL en Valladolid (Castilla-León) y una segunda finca comercial en Rueda, ambas en colaboración con el ITACYL.
- Noviembre 2018, plantación parcela comercial en Villarrobledo, en colaboración con el ITAP.
- Noviembre 2018, plantación almendro autoenraizado en comparación con sistema tradicional en Tomelloso (Ciudad Real). Colaboración con el ITAP.
- Marzo 2019, plantación dos parcelas comerciales en Cordoba en colaboración con empresas privadas.
- Primavera 2019, plantación comercial en Villanueva de la Jara (Cuenca).
- Otoño 2019, primera plantación comercial en Huesca (Aragón), en colaboración con la Universidad de Zaragoza, sede en Huesca.
- Otoño 2019, plantación dos parcelas comerciales en Cordoba y en Marchena (Sevilla).
- Noviembre 2019, plantación comercial 7Ha variedad avijor en Ledaña (Cuenca).

05

Características del seto autoenraizado

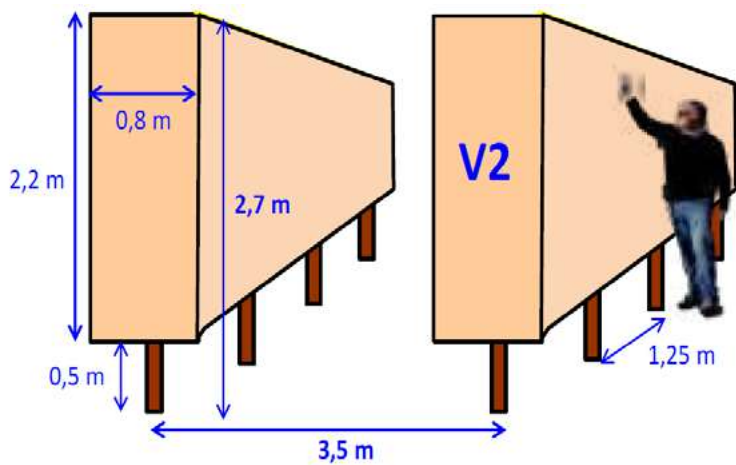
El almendro autoenraizado en secano se basa

conceptualmente en el seto desarrollado en almendro para plantaciones de regadío desde el año 2010 (Figura 2), pero con las modificaciones necesarias para adaptar las distancias de plantación y el volumen de copa a las menores disponibilidades hídricas. La adaptación se basa en ampliar el marco de plantación a distancias medias entre líneas de 4 m y entre árboles de 1,4 m, lo que resulta en una densidad de plantación de 1.786 árboles/ha.

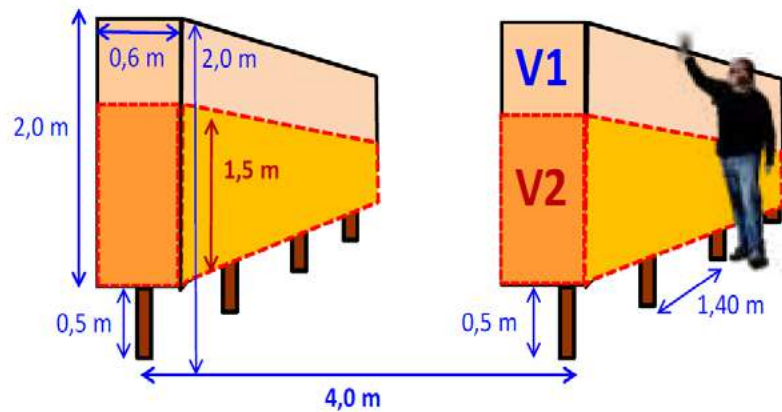
Con el objeto de reducir el consumo hídrico, el volumen de copa se reduce entre el 40% (3.000 m³/ha) en la Versión 1 y el 55% (2.250 m³/ha) en la Versión 2, con respecto al seto de regadío V2 a 3,5 x 1,25 m (5.025 m³/ha). El volumen de copa establecido en la Figura 2 es orientativo y se basa en la experiencia del seto en regadío, pero deberá adaptarse y ajustarse en cada zona según sea la precipitación, su regularidad, el tipo de suelo y su capacidad de retención de agua

Por supuesto, pueden plantearse otros modelos de plantación como el basado en un marco de 5 m entre líneas, 1,5 m entre árboles, una altura del seto de 2,50 m y la misma anchura (60 cm). Este modelo permitiría reducir a 1.333 el número de árboles/ha pero mantendría el volumen de copa en 3.000 m³/ha, pero quizás con una mejor adaptación a menores disponibilidades de agua al disminuir la superficie periférica del dosel arbóreo. La mayor anchura de calle optimizaría los dos pases por interlinea del intercepas con respecto a la interlinea de 4 m considerada en la Figura 2.

En cuanto a la formación del árbol, al igual que el seto en regadío, se trata de optimizar la ocupación de la copa por la vegetación mediante repetidos despuntes en verde durante los primeros años. Por tratarse de condiciones limitantes en cuanto a la disponibilidad de agua, el vigor será menor y el número de despuntes



REGADÍO



SECANO FRESCAL

Figura 2. Dimensiones del seto SHD de almendro en regadío Versión-2, volumen de copa: 5.025 m³/ha (superior). Dimensiones del seto del almendro autoenraizado en secano fresco en su Versión-1 (3.000 m³/ha) y en su Versión-2 (2.250 m³/ha) (inferior).

de multiplicación durante los 2 o 3 primeros años, se reducirán aproximadamente la mitad, con respecto al modelo en regadío.

Con respecto a las variedades, “a priori” las mejor adaptadas, además de ser autofértiles, serán las de ciclo más corto, es decir con el menor período floración-recolección con el objeto de reducir las necesidades hídricas de la planta. Si el vigor es medio y la ramificación buena, la adaptación al seto será óptima.

Además, deberán ser de floración tardía o muy tardía, para evitar en lo posible el riesgo de heladas, dado que muchas zonas potenciales para esta opción productiva serán del centro-norte de España. En este aspecto ‘Penta’ ha mostrado un óptimo comportamiento seguido por ‘Avijor’, mientras que ‘Soleta’ presenta un periodo vegetativo más largo y un mayor vigor. ‘Vialfas’ es de floración muy tardía y de recolección a finales de agosto.

En lo referido a las producciones potenciales, todavía no se dispone de datos de árboles en plena producción. Considerando el volumen de copa en regadío de la V2 (5.025 m³/ha) le corresponden 2.280 kg/ha de almendro

grano. Si se considera una carga floral similar, a los volúmenes de copa reducidos de los autoenraizados les corresponderían potencialmente 1.361 y 1.021 kg/ha, respectivamente para las versiones V1 y V2 de la **Figura 2.**

A pesar de ello y por tratarse de una nueva tecnología de producción y a falta de resultados contrastados en árboles en plena producción, se opta por la prudencia tirando las producciones a la baja respecto a la media potencial expuesta (V1+V2), lo que equivale a 650 kg/ha de almendra grano. Esta producción y la de 750 kg/ha, son las que se han considerado para el estudio económico que se presenta en las **Tablas 3 y 4.** Plantaciones de autoenraizados al final de su segundo año y tercer año, presentan un potencial productivo de 300-500 kg grano/ha para el año 2020.

Finalmente, en referencia a la eficiencia productiva y a la calidad del fruto, no se dispone de referencias contrastadas, solamente de las primeras producciones en el año 2019 en las primeras parcelas plantadas. Los datos obtenidos indican una entrada en producción rápida y un tamaño del fruto similar al conferido por el

06

Las características del cultivo del almendro autoenraizado en seto son:

- Variedades: propagadas in “vitro”. Se dispone diferentes variedades en evaluación (‘Avijor’, ‘Guara’, ‘Soleta’, ‘Penta’ y ‘Vialfas’), siempre autofértiles y de floración tardía o muy tardía, debido al riesgo de heladas en muchas zonas potenciales para este cultivo.
- Marcos de plantación: de 3,5-4,5 m entre líneas y 1,3-1,5 m entre árboles, dependiendo de la pluviometría y de las características del suelo.
- Dimensiones del seto: 60 cm de ancho por 1,50 a 2m de altura.
- Entrada en producción en el 2º año y plena producción estimada en el 3er año, con una producción media potencial estimada de 650 kg/ ha de grano.
- sistema de producción recomendado: ecológico, por tratarse de secanos con pluviometrías bajas y condiciones óptimas para la producción ecológica.
- Época de plantación: a ser posible es fundamental en octubre-noviembre para aprovechar las lluvias de otoño y primavera, frecuentes en muchos secanos.

Ventajas del seto autoenraizado frente al sistema tradicional:

- Control del volumen de copa, mediante la poda mecanizada y adaptación a la disponibilidad hídrica y a los suelos de cada zona.
- Producciones más regulares en el tiempo en ausencia de heladas, aunque estas hay que considerarlas como factor de riesgo en mucha zonas.
- Entrada en producción más rápida con respecto al vaso.
- Mecanización integral del cultivo, desde la poda hasta la recolección.
- Menor coste de producción y mayor rentabilidad por la reducción de costes.
- Bien adaptado a la producción ecológica por el volumen reducido de copa y la mayor eficiencia de los tratamientos.

Inconvenientes del seto autoenraizado frente al sistema tradicional:

- Mayor coste de plantación.
- Mala adaptación de los autoenraizados en suelos mal drenados.
- Se precisa de máquinas cabalgantes en los alrededores para la recolección.

07

El almendro autoenraizado como alternativa: viabilidad económica

Los costes de plantación, los costes anuales de producción, así como los ingresos y el margen

neto para el almendro autoenraizado y el almendro en vaso tradicional y en producción ecológica, se exponen en la **Tabla 3**. Los costes de plantación son inferiores al almendro en regadío por no precisar de instalación de riego, mientras que para los de producción se han considerado los de secano en producción ecológica para el sistema en vaso.

Una vez descritas las principales características del almendro en secano fresco, en sus dos opciones vaso y seto (Tabla 3), es importante conocer su rentabilidad para el productor con respecto a los cultivos de referencia como son los cereales, el girasol, el olivo o el almendro tradicional. Para cada cultivo a partir de las producciones medias, precios, ingresos, inversión, costes y ayudas de la PAC basadas en el pago básico, se

Coste de plantación	Coste (€/Ha)	Coste de plantación	Coste (€/Ha)
* Árboles: 1.786 árb./ha (4x1,4 m) x 1,8 €/árb.	3.215	* Árboles: 238 árb./ha (7x6 m) x 3,5 €/árb.	833
* Preparación suelo estiercol + plantación + tutor individual	2.050	* Preparación suelo estiercol + plantación + tutor individual	1.950
	5.265		2.783
Costes anuales directos + indirectos + amortización		Costes anuales directos + indirectos + amortización	
* Tratamientos: 5 trat./año x 60€/trat.	300	* Tratamientos: 5 trat./año x 80€/trat.	400
* Abonado para prod. ecológica	250	* Abonado para prod. ecológica	250
* Poda mecánica, 1 pase/año	60	* Poda manual invierno, 20 h/ha-año	170
* Laboreo calle intercepas, 4 pases/año x 40 €/pase	160	* Laboreo calle, 4 pases/año x 40 €/pase	160
* Recolección cabalgante	200	* Recolección paraguas invertido (0,9 €/árbol)	290
* Costes indirectos	150	* Costes indirectos	150
* Amortización (20 años)	263	* Amortización (20 años)	263
	1.383		1.559
Ingresos		Ingresos	
Producción almendra grano ecológica 650 kg/ha x 7€/kg Producciones esperadas por años (kg grano/ha): Años 1 y 2: 0; año 3: 300; año 4: 450; año 5: 650	4.550	Producción almendra grano ecológica 550 kg/ha x 7€/kg Producciones esperadas por años (kg grano/ha): Años 1,2 y 3: 0; año 4: 150; año 5: 300; año 6: 500; año 7: 550	4.550
PAC (del cultivo cereal, olivo,...)	150	PAC (del cultivo cereal, olivo,...)	150
	4.700		4.000
Margen neto ¹	3.317	Margen neto ¹	2.441

¹ Margen neto = Ingresos – Costes directos – Costes indirectos – Amortización

Tabla 3. Costes, ingresos y margen neto del almendro autoenraizado y en vaso tradicional, ambos en secano fresco y en producción ecológica.

Para el almendro en seto, a falta de datos plenamente contrastados, se han considerado dos producciones medias: 650 y 750 kg/ha de almendra grano. Para la primera opción (A), se ha considerado una producción superior al vaso por su entrada en producción más rápida y por las producciones más constantes en el tiempo.

Los datos expuestos en la **Tabla 4** son orientativos en el caso del almendro en autoenraizado, pero evidencian que puede ser una alternativa real interesante en secanos frescales y más en producción ecológica, con una rentabilidad superior a los cereales o al cultivo tradicional del almendro, viña o bien olivo, ya sean en producción estándar o ecológica. Ello es debido a los menores costes de producción, gracias a la completa mecanización de las operaciones de cultivo, a la mayor eficiencia del agua disponible (por su sistema radicular) y de los inputs como los tratamientos fitosanitarios. Las producciones son estimadas y deberá contrastarse en los próximos años, razón por la cual se han considerado dos opciones muy conservadoras (650 y 750 kg/ha).

CULTIVO (en secano fresco)	MARCO DE PLANTACIÓN (m)	PROD. MEDIA (kg/ha) ^{***}	PRECIO MEDIO (€/kg)	INGRESO (€/ha)	GASTOS (€/ha)	PAC (€/ha)	MARGEN NETO (€/ha)
Cebada	—	3.400	0,17	578	400	150	328
Trigo duro*	—	2.400	0,22	528	400	150	278
Girasol	—	1.700	0,32	544	390	150	304
Olivo en vaso tradicional	8x8 m (156 ár./ha)	600	2,40	1.440	1.450	150	250
Almendro vaso tradicional	8x8 m (156 ár./ha)	300	5,00	1.500	800	150	800
Almendro vaso actual	7x6 m (238 ár./ha)	550	5,00	2.750	1.050	150	1.850
Almendro vaso actual ecol.	7x6 m (238 ár./ha)	550	7,00	3.850	1.559	150	2.441
Almendro seto ecol. prod. Opción A**	4x1,4 m (1.786 ár./ha)	650	7,00	4.550	1.383	150	3.317
Almendro seto ecol. prod. Opción B**	4x1,4 m (1.786 ár./ha)	750	7,00	5.250	1.383	150	4.017

* Principalmente Andalucía. ** PAC si antes cereales. *** Grano, pipa, aceite o almendra grano

Tabla 4. Rentabilidad del almendro en diferentes modalidades, comparado con las opciones actuales de los cereales, girasol y olivo en secano fresco. Ayudas de la PAC basadas en los derechos de pago básico, considerando la media de regiones agrarias de España.



08

Conclusiones

La producción del almendro autoenraizado en seto constituye una innovación tecnológica que abre la posibilidad de alcanzar una mayor rentabilidad para los secanos frescales dedicados mayoritariamente a los cereales, al girasol, al almendro en cultivo tradicional, a la viña y al olivo en determinadas regiones de España. El hecho de partir con planta autoenraizada, en lugar de la injertada, abarata el coste de producción. La mayor densidad de plantación y el control del volumen de la copa mediante poda mecanizada, permiten obtener producciones más rápidas y más constantes en el tiempo.

Además, la mecanización total del cultivo, lo hacen muy poco dependiente del coste y disponibilidad de mano de obra. Por el tipo de producción en secano, la opción en ecológico puede aportar un ingreso adicional e incluso puede ser una opción interesante en secanos con muy baja pluviometría, pero con un riego de soporte.

Esta innovación tecnológica se encuentra en sus primeras fases de desarrollo en diferentes regiones de España. A medida que se vaya disponiendo de resultados contrastados acerca de las variedades mejor adaptadas, deberá irse adaptándose de forma progresiva la tecnología de producción las diferentes condiciones edafo-climáticas donde esta opción puede constituir una alternativa real.

Finalmente remarcar que se trata de secanos y por tanto, el factor clave para la rentabilidad de cualquier alternativa productiva, en este caso el almendro autoenraizado, va a depender siempre de la cuantía de la precipitación anual, de su distribución en el tiempo y del tipo de suelo, por su capacidad de retención de agua.



P/Manuel Raventós 3-5 | 08770 Sant Sadurní d'Anoia
info.es@agromillora.com

