

Almendo autorradicado: nuevos modelos productivos en secano

Carlos Marzo Cidoncha. *INTIA*
Ignasi Iglesias Castellarnau. *Agromillora*

La fruticultura está cambiando en cuanto a nuevos modelos productivos se refiere, respondiendo a un proceso de adaptación constante a las exigencias de sostenibilidad medio ambiental y a la reducción de los costes de producción para mantener las rentas de quienes producen. Todo ello en un escenario de inflación de los costes de producción muy superior al incremento de los precios percibidos por las personas productoras. La respuesta del sector productor de leñosos a ambos requerimientos ha sido la intensificación de las plantaciones, por dos motivos: el primero, la necesidad de una entrada en producción más rápida, el segundo, una mejora de la eficiencia de los insumos al reducir el volumen de la copa de los árboles en plantaciones intensivas. Estos dos aspectos han compensado en todas las especies el mayor coste de plantación que supone la intensificación. Es por ello que la FAO lo define como “intensificación sostenible” y es la respuesta del sector productor para un uso más eficiente de inputs, o lo que es lo mismo producir más con menos recursos (Iglesias, 2021; Massot, 2020; Willet, 2019). Ejemplos de ello son las nuevas plantaciones de manzano, melocotonero, peral, cerezo y frutos secos, en este último caso con el desarrollo del almendo en seto. Un ejemplo de ello, y objeto del presente artículo, es el almendo “autorradicado” o “auto-enraizado” para secanos frescos (aquellos con precipitaciones anuales entre los 400 y 700 mm). En Nava-

rra, concretamente en la zona media, se dan unas condiciones muy propicias para el desarrollo del cultivo del almendo con esta nueva opción productiva: en áreas donde se cultiva fundamentalmente cereal, olivo, viña y almendo, con una superficie total de secano de 140.000 hectáreas (según los últimos datos de Coyuntura Agraria de Navarra), en las que los cereales son el principal motor productivo y el resto de cultivos citados queda reducido a 350 hectáreas de media cultivadas.

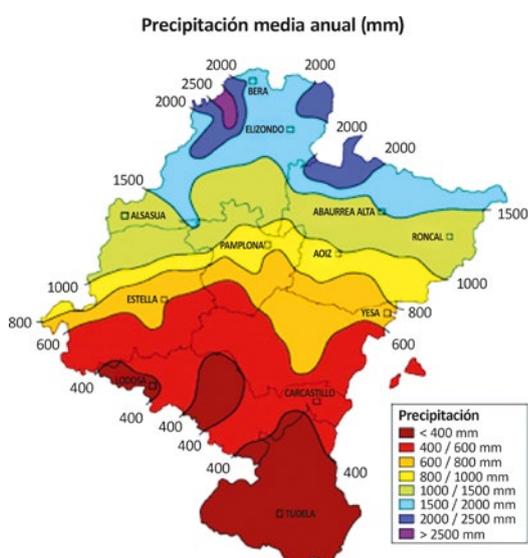
Los almendros autoenraizados son plantas que no están injertadas, su sistema radicular procede de un callo generado tras el corte de un pequeño segmento de tallo con una yema axilar y su posterior propagación *in vitro* o “micropropagación” para el desarrollo de la parte aérea. Posteriormente, en el proceso de aclimatación *ex vitro*, se desarrollarán las raíces de la futura planta y crecerá hasta estar lista para ser plantada. Para algunos cultivos, como el olivo, el peral o el avellano, supone una auténtica revolución gracias a que el propio sistema radicular aporta en muchos casos una mejor adaptación y mejora el potencial productivo. A ello hay que añadir la reducción del coste de producción de la planta, debido a que no se realiza injerto y, por tanto, no requiere portainjerto. Adicionalmente, por tratarse de una propagación clonal todas las plantas son genéticamente idénticas al ser “clones” de la planta madre original.

DEL MODELO TRADICIONAL A LOS NUEVOS MODELOS

Hasta hace unos años el almendro, en Navarra y en España, se ha cultivado tradicionalmente en secano sobre el patrón franco ‘Garrigues’ (variedad de almendro) y los portainjertos GF-677 y Garnem (híbridos de melocotón x almendro, procedentes del INRAe y del CITA respectivamente). Estos portainjertos tienen peor adaptación que los patrones franco de almendro, debido a que uno de sus parentales es el melocotonero, muy poco tolerante como especie al estrés hídrico. El cultivo del almendro se ha plantado en la mayoría de casos desde una perspectiva “marginal”, siendo un complemento a las explotaciones agrícolas. Sus medias de producción han sido muy bajas como consecuencia en muchos casos del manejo que se le ha dado a las diferentes plantaciones, dispuestas principalmente en zonas de ladera y terrenos complicados o escarpados. Estos árboles, a los que apenas se dedicaba tiempo a labores de mantenimiento como la poda o la aplicación de diferentes productos fitosanitarios o abonos, han ido envejeciendo de manera paulatina a lo largo de los años y han ido mermando su producción, agotándose lentamente hasta en muchos casos quedar prácticamente abandonados.

Frente a esta situación, en Navarra existe la posibilidad de cultivar almendros en secanos frescos (400-700 mm anuales, **Imagen 1**) y plantear un reto no solo a la producción integrada sino también a la producción ecológica, cumpliendo a su vez el objetivo planteado por el Gobierno de Navarra para 2030 de lograr en ecológico un 25 % de la superficie.

Imagen 1. Recursos hídricos de la Comunidad Foral de Navarra

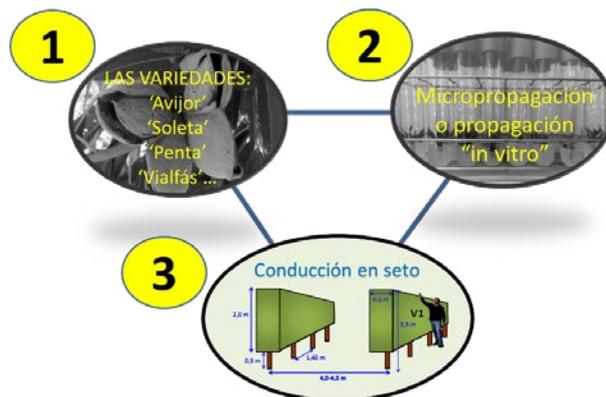


Fuente: Recursos hídricos “El agua en Navarra”, www.navarra.es

La sociedad pública INTIA, dentro de la actividad de experimentación que desarrolla, está trabajando con el nuevo modelo productivo de almendro (SES: Sistemas Eficientes y Sostenibles) creado por la empresa Agromillora. Consiste en formar las copas en el

sistema de seto, controlándolas mediante la poda mecanizada, y lograr así realizar la recolección mecanizada, con máquinas cabalgantes. Este modelo se fundamenta en tres pilares principales (**Imagen 2**): nuevas variedades autofértiles, variedades de floración tardía desarrolladas por centros de investigación y la tecnología descrita de conducción de seto (Iglesias, 2019).

Imagen 2. Pilares de la producción de almendra con variedades autoenraizadas



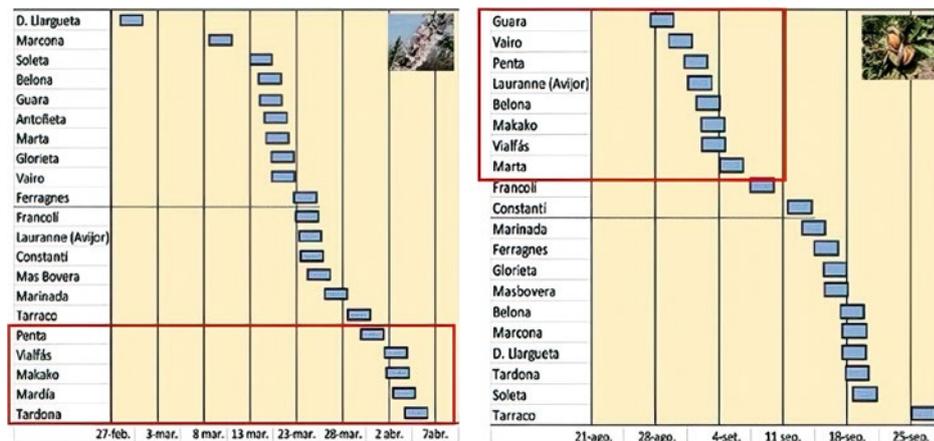
Fuente: Iglesias, 2022. Com. Personal

ALMENDRO AUTORRADICADO

El almendro autorradicado es una planta generada a partir de una planta madre y desarrollada en cultivo *in vitro*, donde se multiplica y se elonga el tallo para finalizar un periodo de aclimatación para su radicación *ex vitro*. Es fundamental en este tipo de plantaciones realizar un **estudio previo de la zona** para conocer los factores limitantes de la producción de almendro en secano: no solo la pluviometría, sino el riesgo de heladas tardías y la capacidad de retención de agua por el suelo. Para buscar la mejor adaptación posible, la variedad escogida deberá ser autofértil (no debe requerir en principio la presencia de polinizadores), deberá tener una floración media-tardía o tardía, ver **Imagen 3**, (puesto que las heladas tardías van a provocar pérdidas o mermas en la producción) y la recolección deberá ser temprana o media (ya que la falta de agua puede provocar el aumento de almendras pelonas y por tanto mermas en la recolección, además de reducir el potencial productivo para los años futuros).

De todo el material vegetal existente, se debe tener en cuenta que algunas variedades son menos aptas para ser cultivadas en este sistema. Aquellas que tengan *a priori* un menor vigor, y por tanto un menor desarrollo vegetativo, pueden ser potencialmente más interesantes frente a variedades que sean más vigorosas y que requieran más necesidades nutritivas y exijan mayores cantidades de consumo de agua para producir. Como ejemplo de **variedades disponibles** en este sistema de cultivo, el vivero cuenta con ‘Lauranne’ (Avijor) de INRA, ‘Penta’ de CEBAS de Murcia; ‘Soleta’, ‘Guara’ y ‘Vialfás’ de CITA de Aragón, entre otras.

Imagen 3. Periodos de floración y maduración de variedades de almendra del Valle del Ebro

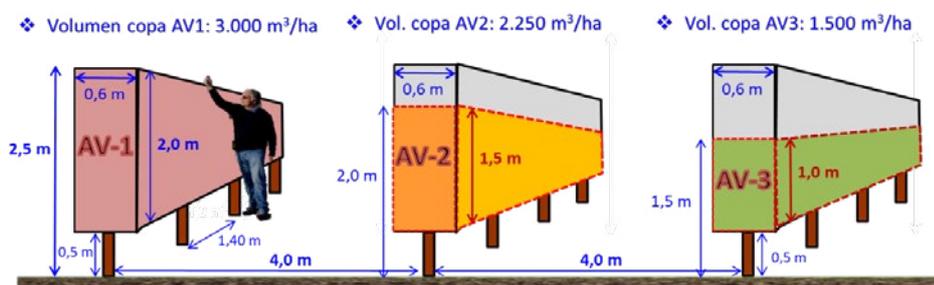


Maduración: > 75 % del pericarpio abierto. Fuente: adaptado I. Iglesias, 2021 de IRTA, CITA y CEBAS_CESIC

Respecto al **sistema de conducción**, se presentan diferentes posibilidades o volúmenes de copa en función del potencial productivo y de la cantidad de lluvia o precipitación de cada zona. Este punto es fundamental para el manejo, puesto que se debe adaptar el volumen de copa y el seto a la pluviometría, a su distribución anual y a la capacidad de retención por el suelo del agua disponible. Por ello, este sistema se puede desarrollar con distancias entre líneas desde los 3,5 metros hasta los 4,5 metros y una distancia entre arboles de 1,3 a 1,5 metros, siendo 2.150 árboles/ha la densidad de plantación más alta y 1.450 árboles/ha la densidad más baja de plantación. Las densidades que se proponen van a depender de factores como la maquinaria disponible, la disponibilidad hídrica (precipitación), el material vegetal o el diseño de plantación, entre otros. En la **Imagen 4** se exponen los tres volúmenes de copa que se pueden dar en una plantación de almendro en seto fresco.

El manejo de la poda en seto se hará principalmente de forma mecánica, realizando una serie de despuntes durante los tres o cuatro primeros años de la vida de la plantación, cuando los brotes alcanzan entre 40 y 60 centímetros de desarrollo. En algunos casos sí que será necesaria una intervención manual "puntual" que sirva

Imagen 4. Volúmenes de seto para almendros autoenraizados en seto fresco.



De izda. a dcha. de mayor a menor volumen de copa (Fuente: Iglesias, 2022. Com. Personal).

para corregir posibles errores cometidos con la poda mecánica.

En cuanto a los **costes de cultivo**, se establece para la producción integrada un coste medio acumulado de 8.470 €/ha (incluye la plantación y los dos primeros años de cultivo) y un coste anual de 1.570 €/ha desde el año 3 hasta el año 10. El coste de amortización anual a 20 años ronda los 982 €/ha. Para la producción ecológica, el coste medio se sitúa en 8.950 €/ha en los dos primeros años y el coste anual medio en 1.670 €/ha hasta el año 10. El coste de amortización anual para 20 años se aproxima a 1.032 €/ha. Para el cálculo de estos costes, se han supuesto dos

casos prácticos, no reales, de plantaciones, con la idea de obtener cuáles son los principales *inputs* que el sector agrícola debe hacer frente si quiere establecer una plantación de almendro en seto.

En las condiciones agroclimáticas de cultivo en Navarra, con este sistema, se puede hablar de **producciones** comprendidas, en plena producción de los árboles, entre 800-1.200 kg de pepita por hectárea, en función de las condiciones de cada zona. Lo que supone para la producción convencional un **ingreso medio anual**, cuando el árbol esté en plena producción, de 2.800 a 4.200 €/ha de ingreso bruto por la venta a un precio medio de 3,5 €/kg pepita. En producción ecológica el precio medio se establece en 6 €/kg de pepita, por tanto, los ingresos brutos varían entre 4.800-7.200 €/ha.

Se pueden consultar más detalles sobre los estudios de gastos, ingresos y beneficio bruto en convencional y en ecológico consultando al personal técnico de INTIA.

ENSAYO DE EXPERIMENTACIÓN

La sociedad pública INTIA diseñó y plantó en febrero de 2019 un ensayo de almendros autoenraizados en la localidad de Di-

castillo (450 mm anuales de pluviometría media) en colaboración con Agromillora y con un agricultor de la zona, Carmelo Macua González.

Este ensayo cuenta con cuatro variedades 'Lauranne' (Avijor) del INRAe, 'Guara' del CITA Aragón, 'Penta' del CEBAS de Murcia y 'Soleta' del CITA Aragón. En él se busca comparar el nuevo modelo productivo SES, en un marco de 3,5 x 1,3 m (2.100 ár-



Ensayo de experimentación de almendro en Dicastillo.

boles/ha), con el modelo tradicional en Navarra, con un marco de plantación de 6 x 5 m (330 árboles/ha).

El principal objetivo del ensayo es evaluar el potencial productivo. Para ello se toman muestras, en diferentes zonas de la parcela, de las diferentes variedades y sistemas para conocer la producción, el rendimiento y la calidad de las almendras (pelonas, vacías y dobles).

Otro objetivo es estudiar la viabilidad económica de ambos sistemas y los costes que supone cultivar en secano, siendo un punto crítico la toma de decisiones para el productor de almendras una vez que decide qué variedad, qué sistema o qué manejo va a realizar en su futura plantación.

En el sistema de conducción tradicional, el árbol tiene una formación en vaso mediante la poda Aragonesa 4.0. Este método emplea diferentes despuntes mediante la poda en verde de ramas de forma mecánica durante los 3-4 primeros años de la vida del árbol. Se busca una ramificación elevada empleando una máquina de discos por la parte superior y por los laterales una vez se ha logrado el volumen de copa deseado.

En el caso del sistema SES, se busca la formación de un seto de una altura de 1,6 metros y una anchura de 60 cm (**Imagen 4**). Se limita el crecimiento mediante sucesivos despuntes cuando las ramas alcanzan 30-40 cm, de manera que se evite un número elevado de almendras pelonas (almendras que no abren el pericarpio). Así se logra realizar la recolección con una máquina cabalgante.

CUNEB®



Versátil y eficaz en tu programa de control de mildiu

Gráfico 1. Resultado de producción acumulado en el ensayo. Campaña 2021/2022

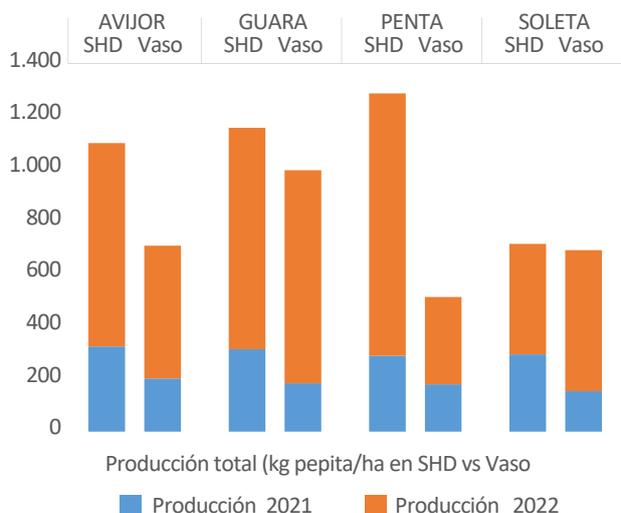


Gráfico 2: Resultado de % de almendras pelonas en el ensayo campaña 2022

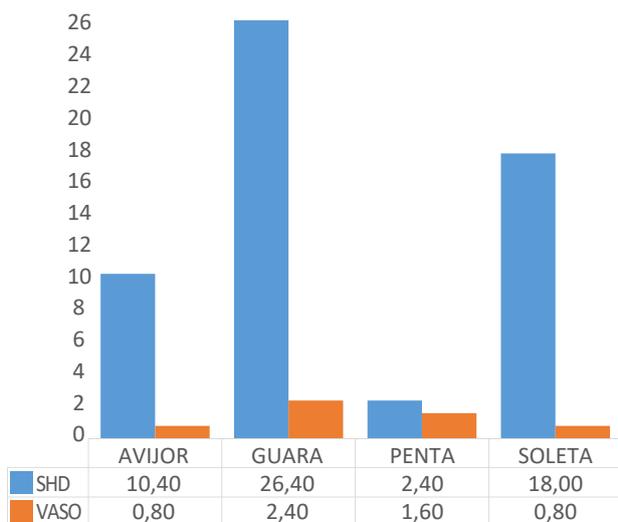
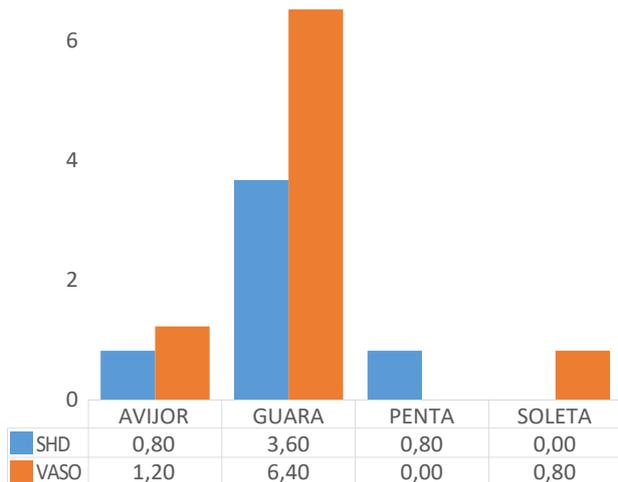


Gráfico 3: Resultado de % de almendras dobles en el ensayo campaña 2022



Resultados de ensayo

En cuanto a producción se refiere, tras los datos obtenidos en los dos primeros años de evaluación de las variedades (2021 y 2022), se puede hablar de que ‘Penta’ *a priori* puede ser la variedad más interesante, seguida de ‘Lauranne’ (Avijor) y ‘Soleta’ (Gráfico 1).

Respecto a estos datos, sin desprestigiar los resultados que se exponen a continuación sobre la variedad Penta, se debe aclarar que, durante los días comprendidos entre el 4 y 7 de abril de 2022, ‘Lauranne’ (Avijor) se encontraba en el final de plena floración con la almendra recién cuajada y Soleta se encontraba en plena floración cuando sucedió un episodio de heladas tardías y de una duración en horas elevada. Por ello, la producción de estas variedades se vio perjudicada. Este es un dato que debe hacer reflexionar a quienes producen almendras en zonas de heladas tardías.

Respecto al análisis de calidad de almendra en el sistema SES (Gráfico 2), Penta obtuvo el valor más bajo de almendras pelonas (2,40 %) mientras que ‘Guara’ obtuvo el valor más elevado (26,40 %). En el sistema en vaso, ‘Lauranne’ (Avijor) y ‘Soleta’ tuvieron un 0,8 % de pelonas, mientras que ‘Guara’ obtuvo 2,40 %.

En número de almendras dobles (Gráfico 3), ‘Guara’ en ambos casos (SES y Vaso) obtuvo el mayor número de almendras dobles 3,6 % y 6,4 % en ambos casos, mientras que ‘Soleta’ (SES) y ‘Penta’ (Vaso) obtuvieron un 0 %. ‘Soleta’, en ambos sistemas obtuvo un 1,6 % de almendras vacías, mientras que ‘Guara’ (Seto) y ‘Lauranne’ (Avijor) (Vaso), obtuvieron un 0,4 % y 0 %, respectivamente.

Tras lo descrito anteriormente, se puede constatar la buena adaptación de los almendros al secano y cómo después de dos años de estudio, las variedades autoenraizadas y conducidas en seto (excepto ‘Soleta’ como consecuencia de las heladas de la campaña pasada) han mostrado unos resultados prometedores superando al sistema de almendro tradicional en marco de 6 x 5 metros. Se debe seguir evaluando, ya que la constancia en frutales es la clave del éxito, pero ante estos resultados se puede creer que el sistema ha venido para quedarse y optar a ser una alternativa más en las nuevas plantaciones de secano.

CONCLUSIONES

Se trata de un sistema innovador de producción de almendra en alta densidad que puede obtener unos márgenes de rentabilidad muy interesantes para el sector agrícola.

Puede ser un cultivo alternativo a los secanos frescos de 400 a 700 mm de precipitación anual y aquellas explotaciones en las cuales la fruticultura sea la punta de lanza.

Con los precios de mercado actuales, la almendra tiene futuro y estos sistemas pueden ser una alternativa muy interesante en Navarra, **más aún si es en producción ecológica.**

Se trata de cultivo en secano, no en regadío. Es necesario conocer la zona agroclimática, tanto por el tipo de suelos y su capacidad de retención de agua, la precipitación anual y su distribución a lo largo del año, así como las heladas tardías para la elección correcta de la variedad.