



# Olint

MAGAZINE

EDICIÓN ESPAÑOLA  
REVISTA TÉCNICA NÚM. 36  
DE AGROMILLORA IBERIA, S.L.U.  
MAYO 2020

#TodoVaaSalirBien

VITICULTURA

**Suelos productivos, suelos vivos**

ALMENDRICULTURA

**Principales características del sector de la almendra en California**

ESPECIAL

#REINVENTAMOSLOSSECANOS

**El almendro autoenraizado en secano**

**Ensayos de almendro en seto autoenraizado en Castilla y León**

**Comportamiento de variedades autorradicadas de almendro**

**El olivar en seto de secano: una alternativa innovadora**

**Balance hídrico del olivar en secano**

**Experiencias en el olivar en seto de secano**

OLIVICULTURA

**¿Altísima densidad o altísima sostenibilidad?**

EN VANGUARDIA DE LA TECNOLOGÍA

**Tecnología que habla el idioma del campo**

FRUTICULTURA

**Micropropagación del pistacho  
Nuevo modelo de cultivo del avellano**





**PLANTACIONES  
ALMENDRO Y OLIVAR  
RIEGO Y SECANO**

**LÍDERES EN PROYECTOS  
“LLAVE EN MANO”**

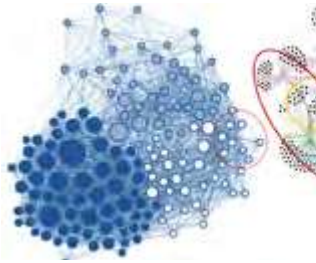
**cbh**  <sup>®</sup>  
AGRICULTURA MODERNA Y RENTABLE

**CBH AGRO INNOVA S.L.**  
Autovía Madrid-Cádiz, KM 378.  
14420 Villafranca de Córdoba, Córdoba.  
Teléfono: 957 81 33 81

[www.cbh.es](http://www.cbh.es)







6

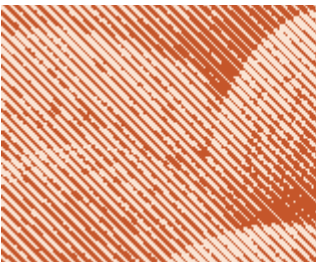
## Suelos productivos, suelos vivos

Alberto Acedo

12

## Principales características del sector de la almendra en California

Dr. Sebastian Saa & Sr. Richard Waycott



20

#reinventamoslossecanos

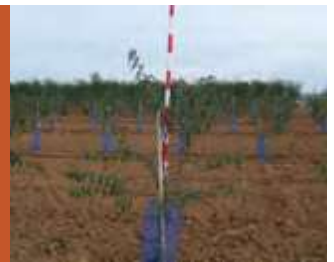
## El almendro autoenraizado en seco

Ignasi Iglesias

26

#reinventamoslossecanos

## Ensayos de almendro en seto autoenraizado en Castilla y León



31

#reinventamoslossecanos

## Comportamiento de variedades autorradicadas de almendro

35

#reinventamoslossecanos

## El olivar en seto de seco: una alternativa innovadora...

Juan Vilar



39

#reinventamoslossecanos

## Balance hídrico del olivar en seco

Xavier Rius

47

#reinventamoslossecanos

## Experiencias de expertos en el olivar en seto del seco



50

## ¿Altísima densidad o altísima sostenibilidad?

Salvatore Camposeo

54

## Tecnología que habla el idioma del campo



58

## Micropropagación del pistacho: la ciencia al servicio del agricultor

Ignasi Iglesias

60

## Nuevo modelo de cultivo del avellano



64

## Olint People

65

## Juntos crecemos



**Edición**  
Agromillora Iberia, S.L.U.  
El Rebató, s/n 08739 Subirats  
Barcelona - Spain  
Tel. 93 891 21 05  
Fax 93 818 31 20

**Dirección**  
Ares Calderero Alguacil  
**Redacción**  
Gerardo Brox, Benjamín Crespo,  
Pedro Foles, José Manuel  
Lacarte, Manuel López, Rubén  
Márquez, Esther Montañés,  
Alberto Obregón, Virginia Pérez,

Héctor Rodríguez Marrero,  
Xavier Rius, Roberto Roberti,  
Giuseppe Rutigliano y  
Patricio Villalba.

**Contacto**  
info@agromillora.com  
www.agromillora.com

**Periodicidad semestral**  
D.L. 14.068/2000

**Diseño e impresión**  
Gràfiques Kerpe, SL  
Pere El Gran, 16  
08720 Vilafranca del Penedès  
www.kerpe.cat



# BIG MACHINES FOR THE BIGGEST MILLS IN THE WORLD



Boundary Bend Olive Pty - Australia



Locorriere mill - Italia

# Editorial

## #TodoVaSalirBien

Es difícil hacerse a la idea de que bastan unas pocas horas para que todos nuestros pensamientos, todos nuestros sueños, sean desplazados por una pesadilla más propia de una película de terror que de la misma realidad.

Cuando comenzamos a darle forma a este número de la revista OLINT, pensamos que su contenido iba a marcar un antes y un después en muchas explotaciones agrarias. Una nueva sección, #reinventamoslossecanos, buscaba aportar soluciones a la escasa rentabilidad de los más de 10 millones de hectáreas españolas de secano.

Jamás imaginamos que esta revolución agrícola iba a verse relegada a un segundo plano por un virus que comprometería nuestra salud y nuestro estado de bienestar.

Ninguno de nosotros tenemos el don de predecir el escenario futuro al que nos enfrentaremos una vez que esta pandemia finalice. Pero desde luego parece que muchas cosas no volverán a ser las mismas.

Nuestro confinamiento nos hace reflexionar a todos sobre lo importante y lo accesorio y ello debería tener consecuencias directas en el cambio de las políticas a nivel global y regional, así como en los cambios precisos en los sistemas de producción, de consumo y de sociedad que necesitamos.

La pandemia actual que no deja de ser un hecho casual y que posiblemente será controlable a medio o largo plazo nos debería prevenir respecto a fenómenos más globales y que están a la vuelta de la esquina. Si vemos los sacrificios y esfuerzos que se están empleando para frenar el coronavirus, que es una infección puntual y concreta, imaginemos lo que puede significar un fenómeno más global, duradero y difícil de controlar como puede ser el calentamiento global, la crisis ecológica, o de escasez de alimentos que podrían estar por llegar.

En estas situaciones de crisis es donde la agricultura se reivindica como lo que es, un sector estratégico prioritario que no puede fallar ni en las peores circunstancias. En pocas semanas ha pasado de ser un sector denostado y movilizad, porque en cierto sentido la sociedad le había dado la espalda, a ser un eslabón reconocido como fundamental para nuestra supervivencia.

Los retos agrícolas a afrontar son muchos, pero algunas cuestiones sin resolver se hacen mucho más evidentes en estos días. Las medidas de confinamiento están dificultando la movilidad y las tareas de recolección

de productos como las frutas y las hortalizas. El abandono gradual durante los últimos años de miles de explotaciones agrarias y ganaderas han convertido a España en un país más débil, menos autosuficiente. La pandemia ha demostrado la vulnerabilidad y fragilidad de la globalización mundial. En las circunstancias actuales se dificultan las importaciones y parecería obvio replantearse el abandono en Europa de determinadas producciones sólo por el argumento de la eficiencia. Por eso, y ahora que se está negociando el presupuesto de la Unión Europea, conviene recordar que la política agraria común es esencial, y que cuanto más autosuficientes seamos en alimentación, mejor. A todo ello se debe sumar una concienciación mayor de todos los estados miembros que facilite alcanzar políticas agrarias mucho más consensuadas y bajo un refuerzo de la autoridad de los estamentos públicos y de la Unión Europea como tal. Por otra parte, el uso sostenible de recursos limitados, como el agua o el suelo, así como la puesta a punto de modelos y técnicas productivas que garanticen el respeto medioambiental y la continuidad de nuestra actividad agrícola deberían dejar de ser una opción para pasar a convertirse en una obligación. Y seguramente ninguna de las soluciones que se planteen tendrán razón de ser si no se acompañan, como muchos apuntan, de un liderazgo y un gobierno global, que fomente soluciones globales e implemente reglas de juego globales. Sólo así quizás podamos seguir jugando al juego de la globalización.

A la espera de todos estos cambios queremos agradecerles su solidaridad, su esfuerzo y la motivación que les impulsa cada mañana a trabajar en sus explotaciones agrarias para garantizar que millones de personas hoy en todo el mundo puedan seguir alimentándose: GRACIAS.

Y no me gustaría terminar esta editorial sin recordar a todos los compañeros de AGROMILLORA que en las distintas filiales del grupo, siguen en sus puestos de trabajo, ayudando a que no sólo no se rompa la cadena de suministro a la industria agroalimentaria, sino a que todos nosotros podamos seguir manteniendo nuestro puesto de trabajo: GRACIAS DE CORAZÓN

Esperamos y deseamos desde la revista OLINT que este oscuro periodo pase lo más rápidamente posible y con el menor sufrimiento para todos ustedes. "Todo va a salir bien", ¡estamos seguros!

**Jose Manuel Lacarte**  
Ingeniero Agrónomo  
Director Comercial Agromillora Iberia

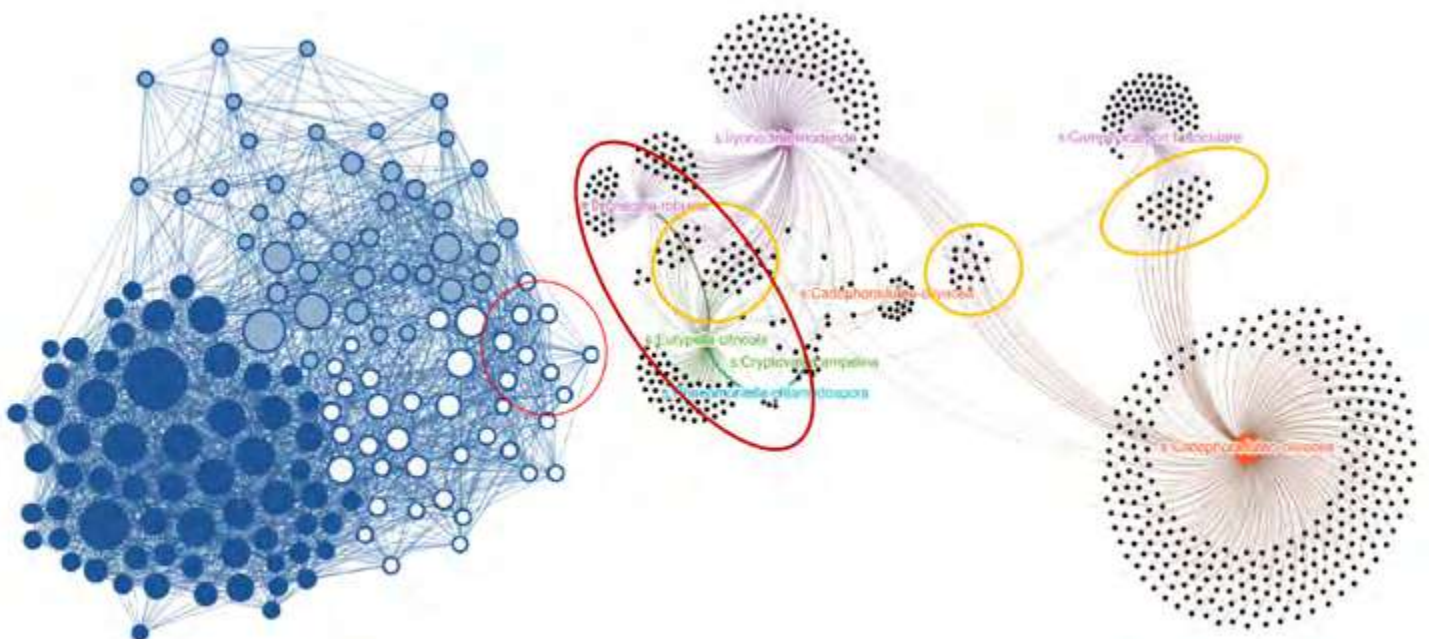


# Suelos productivos, suelos vivos

**Alberto Acedo**

Biome Makers Inc. San Francisco (EE.UU.), Valladolid (España)

**Figura 1.**  
Sistema patentado de IA basado en el análisis de microcomunidades metacomunitarias.



### El suelo está vivo

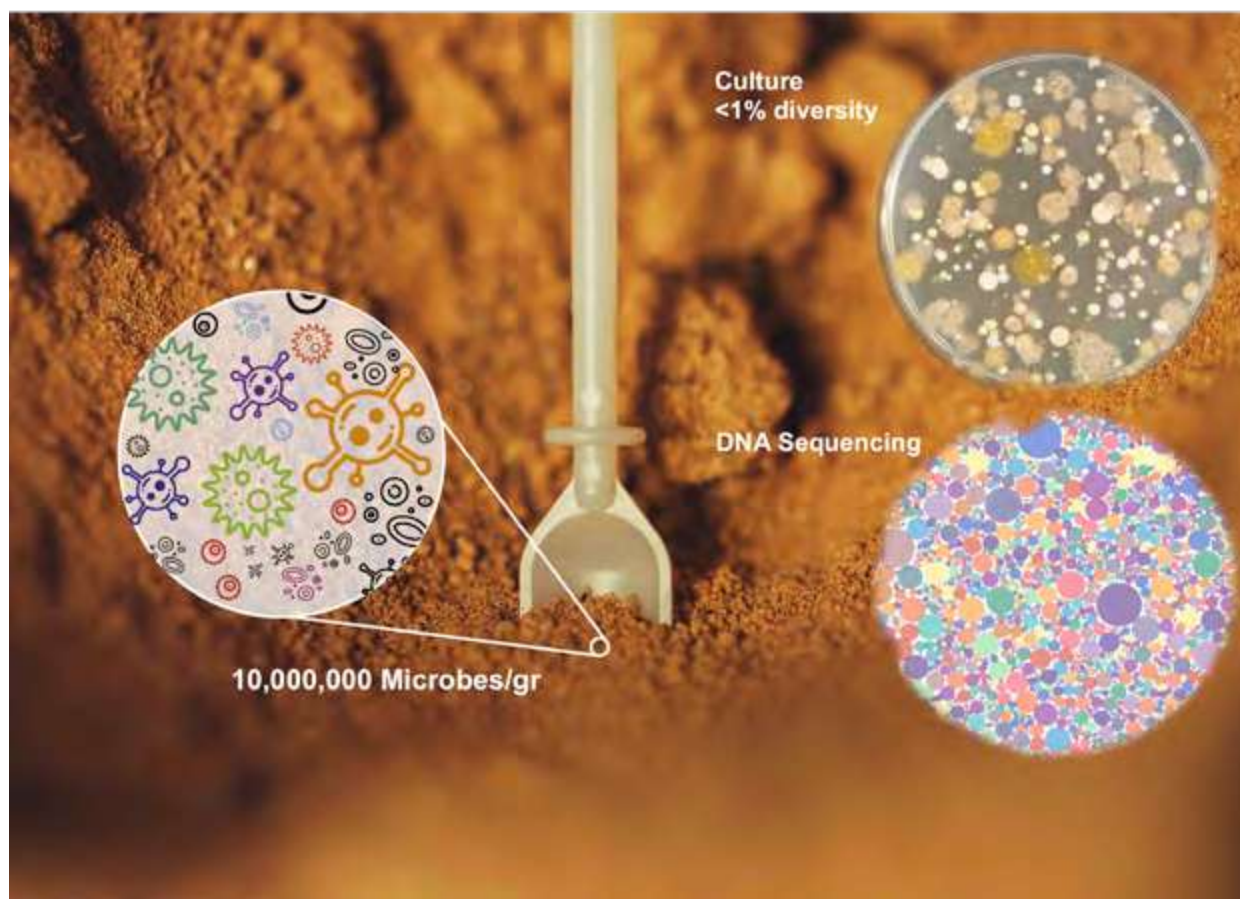
El suelo, uno de los factores más citados a la hora de hablar de terroir, no es sólo el limo, la arcilla o la arena donde se asientan las plantas. Hay más, el suelo está vivo. A pesar de lo que a simple vista pueda parecer, el suelo agrícola contiene una de las mayores tasas de biodiversidad microbiana. No son cientos, sino millones de microorganismos como las bacterias y hongos que habitan en cada gramo de tierra. Al igual que las plantas y los animales, los microorganismos pueblan el suelo y sus características genéticas han permitido que se puedan adaptar incluso a los ambientes más extremos como desiertos, salinas o volcanes. Éstos se llaman microorganismos extremófilos. Y sí, allí donde pensemos que no habita nada, hay vida microbiana.

Las plantas, han evolucionado y han sido seleccionadas de forma natural a lo largo de miles de años, en cuanto a las propiedades organolépticas pero también en cuanto a su resistencia a determinadas condiciones edafo-climáticas. A lo largo de todo ese tiempo, las plantas no han evolucionado en soledad. Los microorganismos presentes en el suelo establecieron una relación ecológica vital con las plantas. De hecho, esta es una forma de asociación ininterrumpida. Se da la curiosidad de que, en las raíces de las plantas, igual que en el intestino humano, las comunidades microbianas se han adaptado a vivir en simbiosis. En general, de la riqueza microbiana que podemos encontrar en los suelos, las raíces están colonizadas por importantes grupos de bacterias y hongos que tienen la capacidad para metabolizar nutrientes y ponerlos a disposición de la planta. Por lo tanto, los microorganismos son esenciales para la nutrición. Sin ellos, plantas y animales no podrían sobrevivir.

Actualmente, existen dos factores que están teniendo un impacto negativo sobre las comunidades microbianas del suelo y por ende, en la fertilidad de los suelos agrícolas. Por un lado, el incremento de temperatura y la disminución de disponibilidad de agua debido al cambio climático, especialmente agravado en zonas de clima mediterráneo, está favoreciendo un cambio en las comunidades microbiológicas de suelo, desestabilizando su equilibrio biológico natural, y, por tanto, alterando su capacidad de movilizar nutrientes. Por otro lado, las prácticas agrícolas no integradas, el abuso de fertilizantes y pesticidas, han propiciado según datos de la FAO (Food and Agriculture Organization) una pérdida del 30% de los suelos fértiles cultivables del mundo en los últimos 40 años. Estas actividades no sólo agotan los nutrientes del suelo, sino que además diezman la vida microbiana de esos suelos. Como consecuencia, por muchos nutrientes que se puedan aportar en un suelo muerto, las plantas no se pueden desarrollar.

Bajo estos escenarios poco alentadores, la única forma de entender la nutrición del suelo es incluyendo el factor de la degradación biológica del suelo al resto de pruebas que miden el contenido de nutrientes, y ajustar las prácticas de fertilización al estado sanitario del suelo y sus necesidades reales.

Los actuales análisis físico-químicos del suelo permiten establecer carencias nutricionales, y por lo tanto, calcular el aporte necesario al suelo. Este sistema ha resultado efectivo en cuanto al incremento de producción, pero no ha resultado efectivo en cuanto a la contaminación por nitratos y nitritos, y por exceso de dosis nutricionales en terreno. Ocurre lo mismo en el control de enfermedades, la contaminación por cobre o incluso, el abuso en la utilización de productos



**Figura 2.** Técnica de recogida de muestras de Biome Makers.

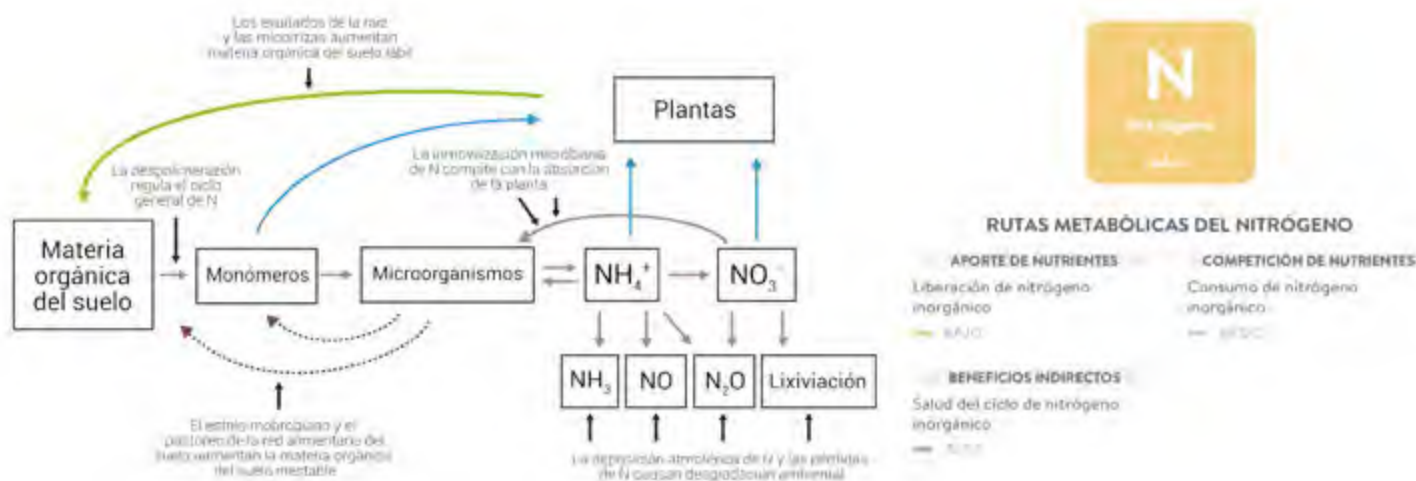


Figura 3. Flujo de transformación del nitrógeno a nitrógeno asimilable por la planta.

ecológicos para el control de plagas. De hecho, estos son algunos de los mayores problemas a los que se enfrenta la industria vitivinícola en Francia.

El microbioma es un elemento biomarcador infalible de la salud del suelo. Este permite por primera vez establecer los tipos de necesidades que cubren el actual *gap* en cuanto a fertilización o necesidad de aporte de nutriente, y la necesidad de mejora de biodiversidad microbiana del suelo. Algo que los actuales sistemas de análisis químicos del suelo no cubren.

Por ejemplo, en un suelo en desequilibrio microbiano, los microorganismos pueden llegar a competir y bloquear el aporte nutricional a la planta. Incluso, en un suelo muerto, no existiría la movilización de nutrientes. En esos casos, la fertilización química, tal y como hoy la conocemos, no sería favorable. Lo que realmente resultaría beneficioso sería utilizar técnicas de manejo agrícola que permitieran restaurar la biodiversidad microbiana del suelo. En general, más que hablar de nutrición de las plantas, se debería hablar de la nutrición del suelo, entendida como la nutrición de la biodiversidad microbiana del suelo.

### ¿Cómo hacerlo?

Aunque pueda parecer sencillo, los microorganismos no son visibles a simple vista, y muchas veces nos centramos en observar sus efectos, lo cual no es suficiente para prevenir posibles problemas. Drones e imágenes por satélite usan esta aproximación y permiten definir zonas con problemas de vigorosidad o enfermedades, pero sólo en algunos casos esta observación permite actuar a tiempo.

Actualmente, sólo el 1% de los microorganismos se pueden cultivar en laboratorio. Por lo que la dependencia de otras especies es clave para la supervivencia, ya que sólo en algunos casos es posible utilizar medios de cultivo de laboratorio para conocer quién habita en los suelos. Por lo general estas técnicas son lentas y engorrosas.

De hecho, apenas conocemos un pequeño porcentaje de los microorganismos que pueblan la Tierra, aunque recientes estimaciones predicen

la existencia de alrededor de un trillón de especies diferentes, mientras que en las bases de datos actuales no figuran más de doscientas mil.

La única forma de conseguir una “fotografía” precisa y directa que permita monitorizar las poblaciones microbianas que habitan el suelo es mediante el uso de modernas técnicas de identificación de ADN. Estas técnicas se han usado por primera vez en el ámbito de la salud humana hace relativamente poco, pero hoy, dada su democratización en términos de coste, es posible aplicarlas en agricultura.

El ADN está presente en todos los seres vivos, es el libro de instrucciones que permite a todas las células realizar sus funciones vitales. Biome Makers utiliza su propia tecnología patentada BeCrop® (antes Wineseq®) para la identificación de todos los microorganismos que habitan el suelo, y lo hace a través del análisis del ADN, como si de una prueba forense se tratara.

Sin embargo, atendiendo únicamente a la taxonomía, es muy complicado poder hacer comparaciones entre cultivos bajo diferentes condiciones edafoclimáticas. Así, la única forma es hacerlo a través de sus propiedades funcionales. Esta tecnología aplica complejas técnicas de Big Data biológico para establecer cálculos precisos acerca del potencial genético que tienen los microorganismos para movilizar nutrientes. Es decir, si hablamos de viñas, en un viñedo de la Rioja, hay unas especies de bacterias fijadoras de nitrógeno cuyo nombre es diferente a las de Jaén, pero sus funciones son las mismas y por lo tanto sí pueden ser comparadas para optimizar ratios funcionales. Esta información sirve para tomar decisiones de manera más segura.

Para este análisis, los ratios de actividad funcional del suelo se han tenido en cuenta contando con más de 5.000 muestras de suelo de viñedos recogidas en los últimos 4 años, en más de 18 países diferentes. Dichos ratios funcionales, han sido definidos para cada uno de los macronutrientes (C, N, K o P) pero también para micronutrientes (S, Ca, Cl, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu), como se muestra en la figura (X). Biome Makers, en su informe de resultados, ofrece un cálculo cualitativo indicando valores entre los rangos de muy



bajo a muy alto. Este valor tiene una base cuantitativa detrás, determinada por la distribución de los valores obtenidos para el total de muestras registradas.

Por cada nutriente, el valor cuantitativo representa el balance asociado al potencial de los microorganismos para facilitar de forma natural nutrientes a la planta o bien competir con la planta por las formas asimilables de los nutrientes. Así, un índice alto para el Nitrógeno (N) indica que en el momento de la recogida de la muestra, el ciclo de nitrógeno está orientado en mayor medida a facilitar el acceso del nitrógeno a la planta. En el caso de los macronutrientes, el informe facilita no sólo el resultado global si no también, un resultado agregado de las rutas de competición, indirectas o de suplementación de nutrientes para las plantas.

Una de las grandes ventajas de Biome Makers, como startup biotecnológico, es que cuenta con herramientas avanzadas de georreferenciación. La georreferenciación de índices microbiológicos y mediciones químicas permite agregar y realizar comparaciones entre diferentes parcelas. Esto no sólo facilita estrategias de fertilización en base a una zonificación específica, además permite monitorizar la evolución de los índices a través del tiempo, para entender si se ha realizado un cambio de manejo específico que pueda generar incertidumbre, o predecir cómo sería el caso de un cambio de manejo

convencional a ecológico o biodinámico.

Un ejemplo real de la aplicación de los índices funcionales en la práctica de manejo de viñedo es el caso de una gran empresa vitivinícola en diferentes valles de California. Esta empresa cubre una extensión de viñedo por encima de las 200 ha, es una explotación intensiva con fertiirrigación con un problema muy concreto, es decir, pérdida importante de la calidad de la uva. Los resultados obtenidos mediante el análisis biológico-funcional de esta tecnología mostraron que a pesar de las diferencias edáficas e incluso diferencias de biodiversidad, todos los viñedos analizados mostraban un patrón similar de movilización de nutrientes, en el cual el Nitrógeno estaba muy balanceado hacia la planta, demostrando perfectamente un gran aporte de nitrógeno asimilable para la planta. Hecho contrastado, puesto que el viñedo parece un perfecto vergel, pero también un bloqueo en las rutas del Fósforo (P) y el Potasio (K) que explican pérdidas de calidad y maduración de la uva. Además, resultó interesante un valor alto en la ruta del Zinc (Zn), elemento que se suele encontrar en gran abundancia en el suelo. Esta peculiaridad fue explicada por el uso de productos control fúngico con base de Zn.

Una vez diagnosticado el potencial problema, los expertos en viticultura de la bodega, pudieron reaccionar ajustando la dosis de fertilizante y añadiendo ácidos húmicos hasta conseguir un pH

## NUEVO T5 DYNAMIC COMMAND™ PREPÁRATE PARA LA EFICIENCIA CON LA MÁXIMA VISIÓN.



DISFRUTA DE LA MAYOR VISIBILIDAD, MAYOR CONFORT Y MAYOR PRODUCTIVIDAD CON EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE MÁS REDUCIDO.

- Transmisión Dynamic Command 24x24 con 8 bajo carga para una eficiencia imbatible
- Sin competencia en su segmento: nuevo techo de visibilidad mejorada, control total de la pala
- Reposabrazos SideWinder™ II para una conducción intuitiva y un funcionamiento preciso
- Potente motor NEF de 4.5 litros y 140CV de Fase V

NUEVO T5. LA EXPERIENCIA DE CONDUCIR UN AZUL.

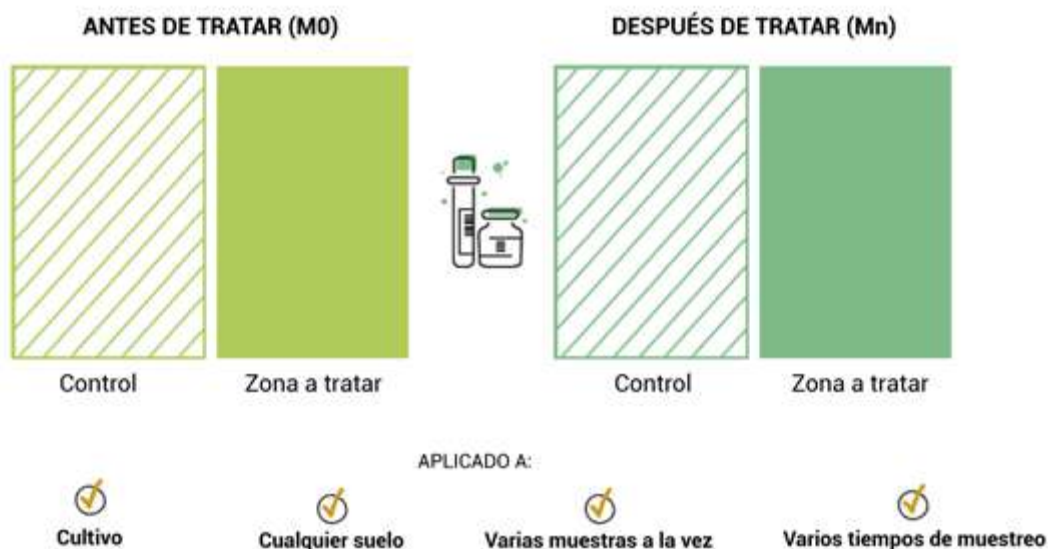
NEW HOLLAND TOP SERVICE 00800 64 111 111\* ASISTENCIA E INFORMACIÓN 24/7.

\*La llamada es gratuita desde teléfono fijo. Antes de llamar con su teléfono móvil, consulte tarifas con su operador



www.newholland.es





**Figura 4.**  
Parcela tratada

ligeramente ácido. Esta acción ayudará a desbloquear los macro y micronutrientes, así como aporte de fertilizantes orgánicos que incrementaran la biodiversidad microbiológica del terreno. A su vez, se sustituyeron los productos de control biológico con base de Zn a productos de control biológico.

El resultado de monitorización reflejado en la **figura (4)**, corroboró cómo el cambio de manejo gracias a la información biológica - funcional de suelo, desbloqueó el ciclo de nutrientes y mejoró significativamente la nutrición de la vid.

Uno de los principales inconvenientes a la hora de reaccionar a los problemas de funcionalidad biológica de los suelos para la mejora de la nutrición es que hasta la fecha no existen referencias acerca del impacto que determinadas prácticas y productos puedan tener sobre las comunidades microbiológicas del suelo. Para ello, Biome Makers ha desarrollado un programa de testado de productos en campo, bajo una metodología denominada Gheom®. Esta metodología permite establecer el efecto que un producto o práctica tiene, no sólo en la composición de las comunidades microbianas del suelo, si no también en su función.

Esta metodología, considera el estudio mínimo de tres zonas experimentales en el campo con diferentes características edafoclimáticas, considerando siempre una parcela tratada y otra no tratada (control) (**Figura 5**). Para poder llevarlo a cabo es necesario recoger al menos tres tomas de muestra al azar por parcela a lo largo de una sucesión temporal, antes y después del tratamiento. De esta forma se asegura un resultado estadísticamente significativo para el efecto que el producto pueda tener.

El Gheom® es especialmente interesante en el campo de los bioestimulantes, ya que permite monitorear la efectividad, la duración y las áreas de actuación de los productos de base biológica, permitiendo conocer bajo qué condiciones puede ser más efectivo (**Figura 6**).

Todos estos productos pueden clasificarse de muchas maneras, pero la más simple es atendiendo a su composición y finalidad. Por un lado, estarían

los productos prebióticos, aquellos cuya intención es la de estimular el suelo favoreciendo el desarrollo de comunidades microbiológicas que favorecen el crecimiento y nutrición de las plantas. Por otro lado están los probióticos, aquellos que además aportan microorganismos beneficiosos ya sean bacterias, levaduras u hongos. Dentro de los probióticos además estarían aquellos que aportan comunidades microbianas complejas, que aúnan múltiples especies, o aquellos productos cuyo principio biológico es una única especie.

La decisión de qué producto escoger no es sencilla, más allá del marketing ligado al crecimiento radicular o el incremento de la producción, el programa Gheom® permite obtener datos objetivos para entender cómo está funcionando el producto en base a condiciones experimentales estándar y comprables, además proporciona datos que indican dónde es más adecuada su aplicación. Para entender mejor esta necesidad, un metafórico ejemplo más claro es que por mucho que un león sea “el rey de la selva”, pierde su función de depredación y moriría si viviese en el polo norte.

A nivel microbiológico ocurre lo mismo. De hecho, los resultados mostrarán qué especies de Bacillus o Trichoderma, pueden tener propiedades extraordinarias en laboratorio pero en el campo, dependiendo del ecosistema donde sean aplicadas, pueden tener resultados tanto espectaculares, como decepcionantes.

Desde Biome Makers ofrecemos al agricultor información basada en índices biológicos que le permite conocer el estado de salud y funcional de su suelo (calidad) para que pueda tomar la mejor decisión. Gracias a los datos obtenidos, es posible una mejor valorización de los cultivos en consonancia con el ecosistema y en sostenibilidad con el espacio en el que vive, con independencia del manejo integrado, ecológico o biodinámico de la filosofía de la plantación.

Nuestros productos han sido creados para obtener de manera fácil, rápida y sencilla toda la información y potencial biológico que el suelo contiene para poder tomar las mejores decisiones de manejo de forma más sostenible.



Figura 5. Perfil funcional de seis viñedos monitorizados en junio de 2018 y 2019.

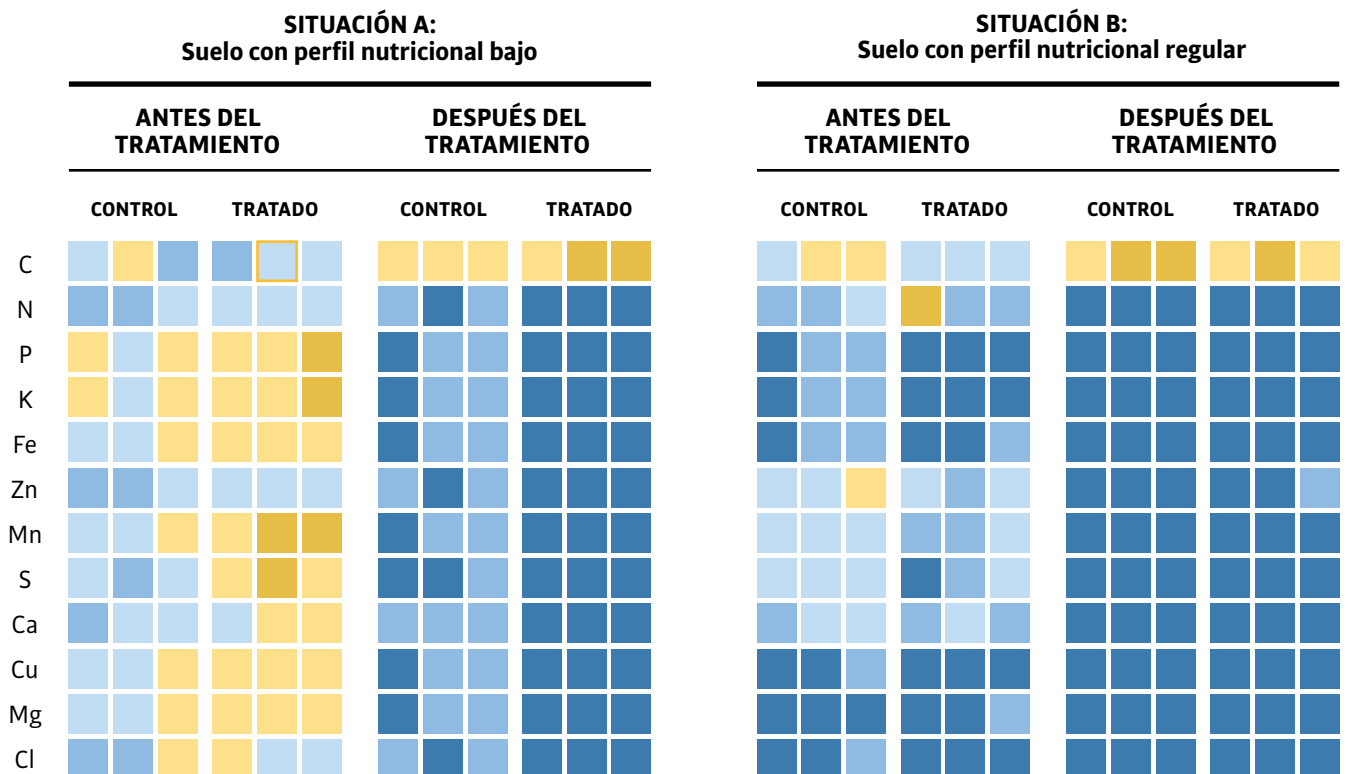
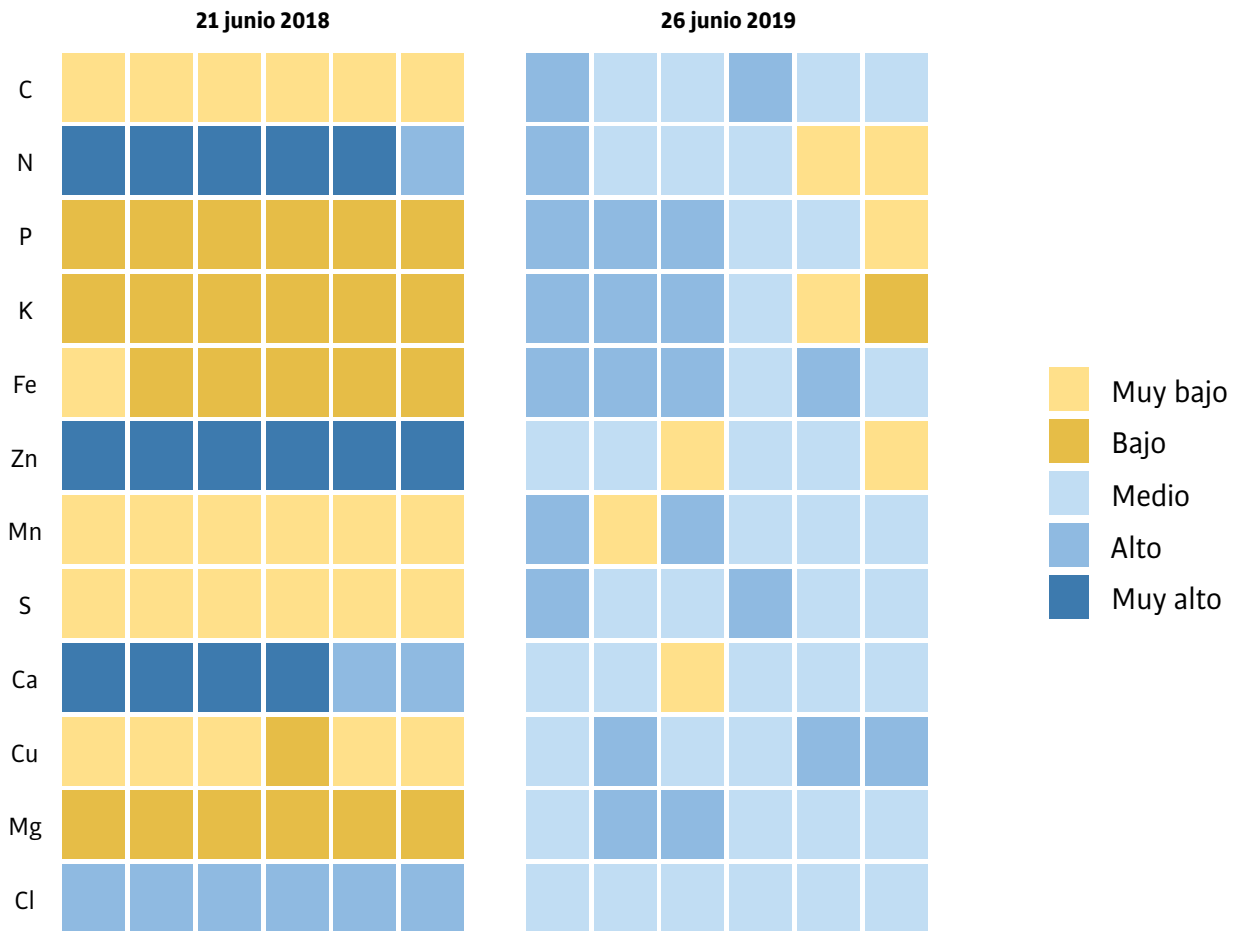


Figura 6. Comparación del perfil funcional asociado antes y después del tratamiento de suelos se marchita con perfiles inferiores y regulares.

## ENTREVISTA

# Principales características del sector de la almendra en California: los inicios, la consolidación, las perspectivas.

### **Sr. Richard Waycott**

Presidente y CEO del Almond Board of California.

### **Dr. Sebastian Saa**

Senior Manager del departamento de agricultura y medio ambiente del Almond Board of California.



De la mano del Dr. Sebastian Saa, Senior Manager del departamento de agricultura y medio ambiente del California Almond Board, realizamos en formato de entrevista, una aproximación al mundo de la almendra en California (Estados Unidos), referente mundial en la producción y comercialización de este tradicional fruto seco, cuya producción y consumo no cesa de aumentar. Sebastián nos describe cuál es la historia, la situación, la organización del sector, las claves del éxito y las perspectivas de futuro del primer sector en valor económico de la producción agrícola de California. Toda esta historia a buen seguro no sería posible ni se entendería sin el transcendental papel del **California Almond Board**, referente global en el mundo de la almendra por su organización sectorial y comunicación.

**Breve reseña curricular del Dr. Sebastián Saa**

El Dr. Sebastián Saa cursó sus estudios de ingeniero agrónomo con especialidad en fruticultura en la Pontificia Universidad Católica de Chile para luego realizar su doctorado en fisiología y nutrición del almendro en la Universidad de California- Davis. Una vez obtenido su doctorado y postdoctorado (también en el manejo de almendros), Sebastián ejerció como profesor de frutales de hoja caduca en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso por 4 años, continuando a la vez

su trabajo part-time como investigador de la Universidad de California-Davis. Ya a fines del 2017, Sebastián decidió dar un giro profesional, volviendo a California para ser parte del Almond Board of California (ABC) y ayudar a la industria con una mirada distinta. Allí es donde tiene la oportunidad de diseñar y operar de manera estratégica el portafolio de investigación del comité de almendros de California, con una visión innovadora y que pueda enfrentar los desafíos de esta gran industria.



**Octubre 2019.**

Nueva plantación de almendro en vaso en su tercer año sobre Krimsk-86 (izquierda) próxima a Nickels Soil lab en California (fotografía derecha), donde se evalúan diferentes patrones y marcos de plantación como Titan o Rootpac-R para comprobar su tolerancia a la sequía o a la salinidad, respectivamente.



**De izquierda derecha:**

Franz Niderholzer (UC Davis),  
 Ignasi Iglesias (Agromillora Group)  
 y Sebastian Saa (CA Almond Board).

**¿Nos podría explicar los orígenes del cultivo del almendro en California y por qué únicamente se ha desarrollado el almendro en dicho estado?**

Las almendras se han cultivado durante más de 4.000 años, y a partir del 450 a. de C. se cultivaron alrededor de la costa mediterránea desde Turquía hasta Túnez. Las almendras se introdujeron por primera vez en California a través de las misiones, pero la gran industria comercial se desarrolló a partir de árboles introducidos por colonos del este de los Estados Unidos que se adaptaron perfectamente en el clima mediterráneo del Valle Central de California. Los inviernos suaves y húmedos y los veranos calurosos y secos, la disponibilidad de agua y las grandes superficies de suelos ligeros planos y aptos para los requisitos de frutales de hoja caduca proporcionaron un entorno ideal para el cultivo del almendro en California.

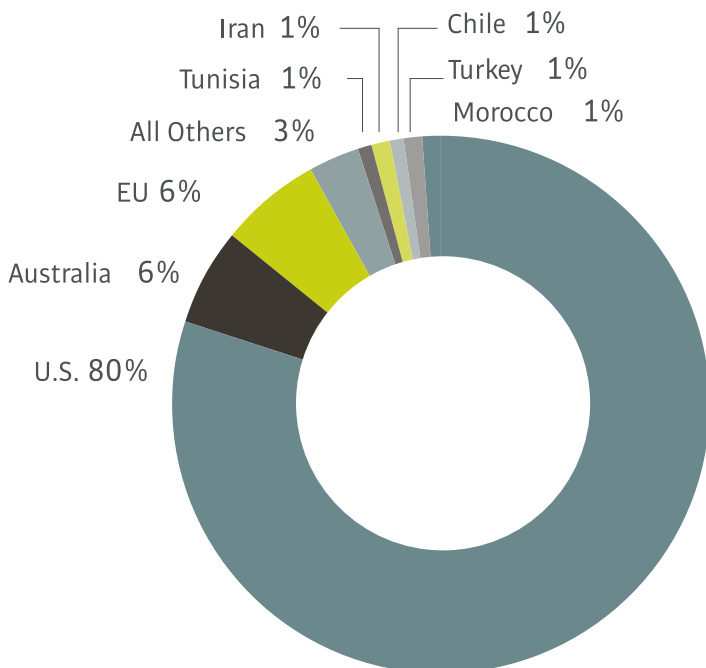
**¿Cuál es la dimensión del almendro en California en términos de superficie (total y en producción), producción en el año 2019 de almendra grano, producción media/ha, coste medio de producción en campo, cantidades exportadas, principales destinos, importancia económica en la agricultura californiana y empleos generados?**

- El 91% de la industria está constituida por empresas familiares.
- El 70% de las fincas son de menos de 100 acres (40 ha).
- Existe un total de 7.600 productores y 99 procesadores.
- California produce el 80% de la producción mundial (Figura 1). Un 33% de esa producción se consume en USA y el resto alrededor del mundo, siendo India nuestro principal importador.
- La producción estimada para el año 2019 de 998 es de mil toneladas de almendra grano, el 67% de la cual es exportada.

**¿Cuál es el origen del Almond Board de California, quién lo constituye, cuál es su misión, y cómo están representados los productores? ¿Podría afirmarse que se trata de un sistema cooperativo con la gobernanza y visión de la empresa privada?**

El Almond Board de California (ABC) se estableció en el año 1950 en California. Se trata de una organización sin ánimo de lucro que administra una Orden Federal de Comercialización promulgada por los productores bajo la supervisión del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. En la década de 1950, el ABC se ocupó principalmente de los aspectos de cumplimiento y, en consecuencia, se la denominó Junta de Control de Almendras. En la década de 1970, reconociendo la necesidad de abordar el desarrollo del mercado, el nombre de la organización pasó a ser "Almond Board of California". Si bien el cumplimiento sigue siendo una parte crucial de sus actividades, el Board ahora se dedica a la producción, la nutrición y la investigación de mercado, la publicidad y la promoción en los mercados nacionales e internacionales, el control de calidad, la gestión de cuestiones técnicas y normativas, y el análisis y la difusión de estadísticas. El presupuesto del ABC para la campaña 2018-2019 fue de 88 millones de \$US y su distribución por conceptos, se ilustra en la Figura 3. Además, su personal desarrolla materiales educativos y difunde información que ayuda a la industria a abordar los desafíos que enfrenta la agricultura. Como una orden de comercialización federal, es importante tener en cuenta que el ABC tiene prohibido ejercer presión y establecer precios de campo o de mercado, los cuales se fijan únicamente en base a la oferta y demanda.

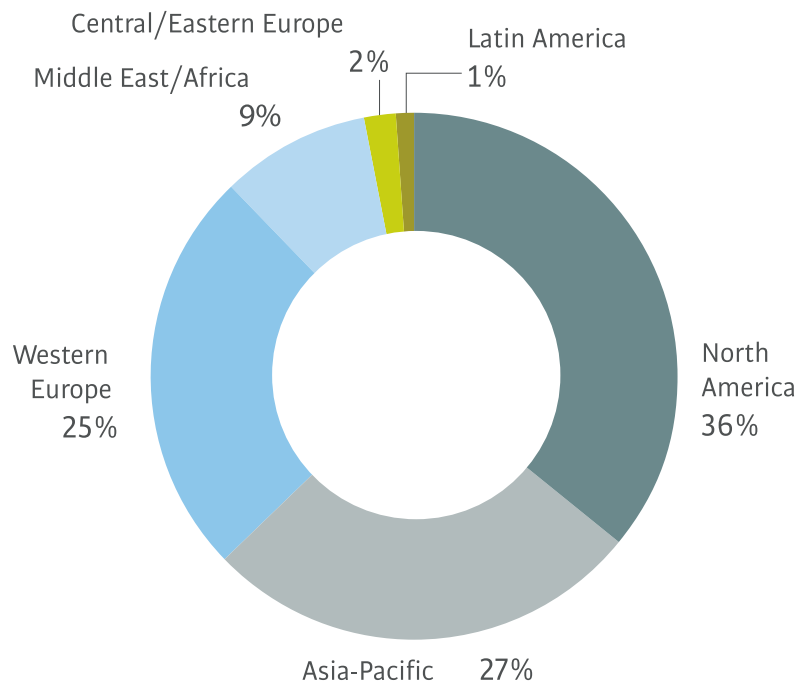
La Junta de Directores del ABC está compuesta por 10 miembros que consisten en cinco productores y cinco manipuladores. Una vez elegido, la Junta elige a su presidente y vicepresidente. Los miembros de la Junta le otorgan al presidente la autoridad para designar individuos para los comités permanentes. Los miembros de la junta y el comité sirven sin



**Figura 1.** Distribución de la producción mundial de almendra grano campaña 2018-2019 por países (izquierda) y exportaciones de California (1.028.310 t) por áreas geográficas (Fuente: Almond Board of California).



**Figura 2.** Distribución del presupuesto del Almond Board de California campaña 2018-2019 por conceptos (Fuente: Almond Board of California).



compensación económica alguna. El Board es responsable de establecer políticas, revisar los resultados y la efectividad de los programas y recomendar presupuestos y programas al Secretario de Agricultura para su aprobación.

El ABC apoya a los productores mediante el desarrollo de la demanda de almendras en el mercado global, así como invirtiendo en investigación para abordar la eficiencia de los recursos, la seguridad alimentaria y las prácticas de cultivo. El Board hace esto en nombre de los 7.600 productores de almendras y 99 procesadores en California, muchos de los cuales son agricultores de tercera y cuarta generación. La visión del ABC es contribuir a que la producción de almendra en California mejore la calidad de vida gracias a la sostenibilidad de las rentas de los productores. La misión del Board es aumentar y ampliar el consumo global de almendras de California a través del liderazgo en el desarrollo estratégico del mercado, la investigación innovadora y la adopción acelerada de las mejores prácticas agrícolas en el proceso productivo.

**Siguiendo con el California Almond Board: ¿Qué criterios definen la calidad de la almendra californiana y como se fijan los precios y se regulan los stocks?**

Los criterios de la almendra californiana están hechos principalmente en bases a las características físicas de las variedades. Estos criterios se reflejan en las tablas del USDA que son públicas y accesibles a todo el mundo. La mejor categoría es la US Fancy, en donde todas las almendras son uniformes en color brillante, libres de daños, quebraduras o partiduras, las almendras están bien secadas, sin marcas pardas, sin goma, sin hongos, etc. Dependiendo de la cantidad de almendras

heterogéneas, chipeado, dobles, partiduras y otros defectos, entonces el grado baja. En esta página web se puede observar todo esto en más detalle: (<https://www.almonds.com/food-professionals/technical-info/usda-standards-and-grades>).

Nuestro producto se maneja de la misma manera en la que se manejan los commodities agrícolas a lo largo del mundo, en donde la oferta y demanda encuentran un equilibrio (precio) en el mercado. Cada temporada nos esforzamos al máximo en predecir cuanto vamos a producir, responder a nuestros mercados y en función a eso luego vender nuestro producto para satisfacer dicha demanda.

**En lo referido a la situación varietal, California se ha basado históricamente y en la actualidad en variedades muy específicas como ‘Nonpareil’ o ‘Monterey’, muy conocidas por los consumidores, por la industria de procesado y por la exportación, muy bien tipificadas y con precios de referencia a nivel global. ¿La variedad afecta al precio de la almendra? ¿Cómo ve usted el futuro en California desde el punto de vista de evolución varietal y que pueden aportar al sector productor y al consumidor las nuevas variedades españolas: autofértiles, de floración tardía, con cascara dura o semidura y con una calidad gustativa diferente?**

Siguiendo con la respuesta anterior, hay variedades como ‘Nonpareil’ que ofrecen más características del tipo US Fancy y que por tanto son mejor pagadas. Hoy por hoy, nuestra demanda es muy variada en donde se va desde el uso para almendras como snacks hasta el uso para hacer leche, pasando por la industria de la chocolatería y helados, entre otros. Nuestra demanda es variada y así también lo debe ser nuestra oferta. Por

tanto, es muy bueno que tengamos almendras con distintas características y usos. Por ejemplo, ‘Carmel’ es una muy buena variedad para tostar y sazonar ya que adquiere muy buen sabor de esa forma.

Con respecto a la evolución varietal, creo que el tema de las autofértiles será muy interesante. Nuestros productores están pidiendo variedades autofértiles hace mucho tiempo ya que aportan el potencial de simplificar las tareas agrícolas, como por ejemplo la cosecha. Sin embargo, lo difícil es generar varias autofértiles que cumplan con los requisitos de US Fancy y que a su vez sean versátiles en los nichos de mercado que mencionaba. Yo creo que en el futuro tendremos varias variedades autofértiles, de cascara blanda, semi-blanda y que servirán para cubrir distintas demandas del mercado.

**Con respecto a los sistemas de formación, el sector de la almendra en California se ha basado tradicionalmente en el sistema de formación en vaso de volumen considerable, con patrones vigorosos, amplios marcos de plantación y una mecanización casi completa de las operaciones de campo. ¿Como ve usted la evolución de este sistema de formación en un futuro próximo para adaptarse a los “2025 Goals” establecidos por el Almond Board de California para el año 2025, en particular la reducción de agua en un 20%, la mejora de la calidad del aire reduciendo las emisiones de polvo en un 50%, e incrementar en un 20% las medidas que favorezcan el uso de herramientas o técnicas de manejo de plagas para una producción ambientalmente más sostenible**

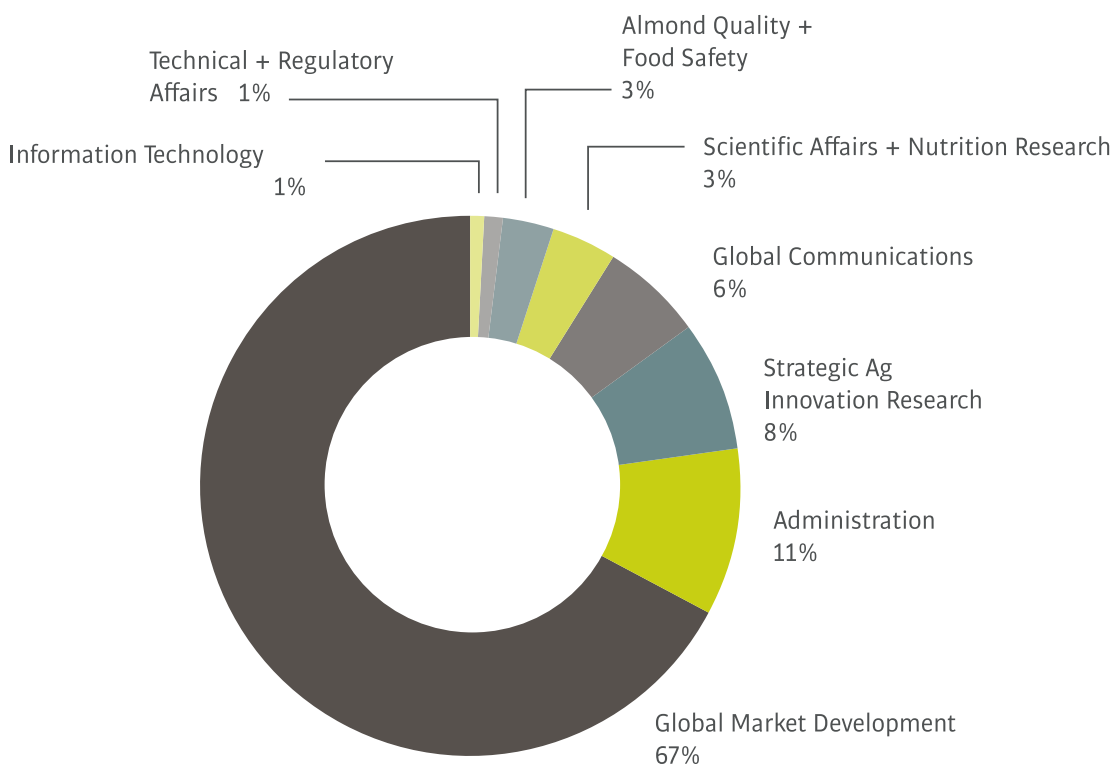
**(“environmentaly friendly”).**

Creo que nuestro sistema actual de cosecha seguirá evolucionando. Hasta ahora este sistema ha demostrado ser el mejor en términos de producción. Nuestro desafío es como seguir mejorando esa producción al mismo tiempo que tratamos de lograr grandes objetivos como es la reducción de polvo durante cosecha. Creemos que el paso siguiente será realizar cosechas donde la almendra no toque al suelo. Para eso, hay un largo camino que recorrer en donde tenemos que estudiar nuevos sistemas de formación de mejores equipos de cosecha sin suelo, que se adapten mejor a nuestra industria. Creo que existe potencial para seguir teniendo un árbol semi-grande en donde se podría maximizar todos los beneficios que nuestro sistema actual tiene en términos de productividad y al mismo tiempo reducir el polvo en cosecha y promover la formación de un suelo sano y vivo que requiera menor control de malezas y aporte materia orgánica con cubiertas vegetales, entre otros.

**California Almonds es la empresa del California Almond Board encargada de estudios de mercado, nuevos mercados y comunicación. ¿Cómo está organizada, como se financia y cuanto se invierte en comunicación y en qué países del mundo?**

El desarrollo del Mercado Global es la máxima prioridad del Almond Board, como lo demuestra el hecho que en la campaña 2018/2019, el 67% de su presupuesto (Figura 2) se destinó a dicha prioridad. Las decisiones sobre los esfuerzos de marketing global son supervisadas por el Comité de Desarrollo del Mercado Global, que informa a la Junta Directiva

Figura 3. Líneas estratégicas de actuación y grupos de trabajo del Almond Board de California.





del Almond Board. Al realizar un análisis riguroso del mercado, el equipo de Desarrollo del Mercado Global identifica y prioriza los mercados de todo el mundo que proporcionarán el mayor retorno de la inversión a la industria de la almendra. Después desarrollamos y ejecutamos programas integrales de marketing, que incluyen publicidad, asociaciones de influencia, relaciones públicas y apoyo comercial para generar demanda en esos mercados. Para la cosecha de la campaña 2019/2020, ABC lanzará tres nuevas campañas publicitarias en el Reino Unido, China e India.

La introducción de nuevos productos escala mundial es una actividad prioritaria. En 2018 se introdujeron casi 11.000 nuevos productos con almendras. El 80% de los nuevos productos provenían de las categorías de confitería, merienda, panadería, barra y cereal. Las almendras también experimentaron un crecimiento de dos dígitos año tras año en categorías especializadas como postres y helados (+ 10%), lácteos (+ 13%), productos para untar (+ 29%) y nutrición deportiva (+ 95%).

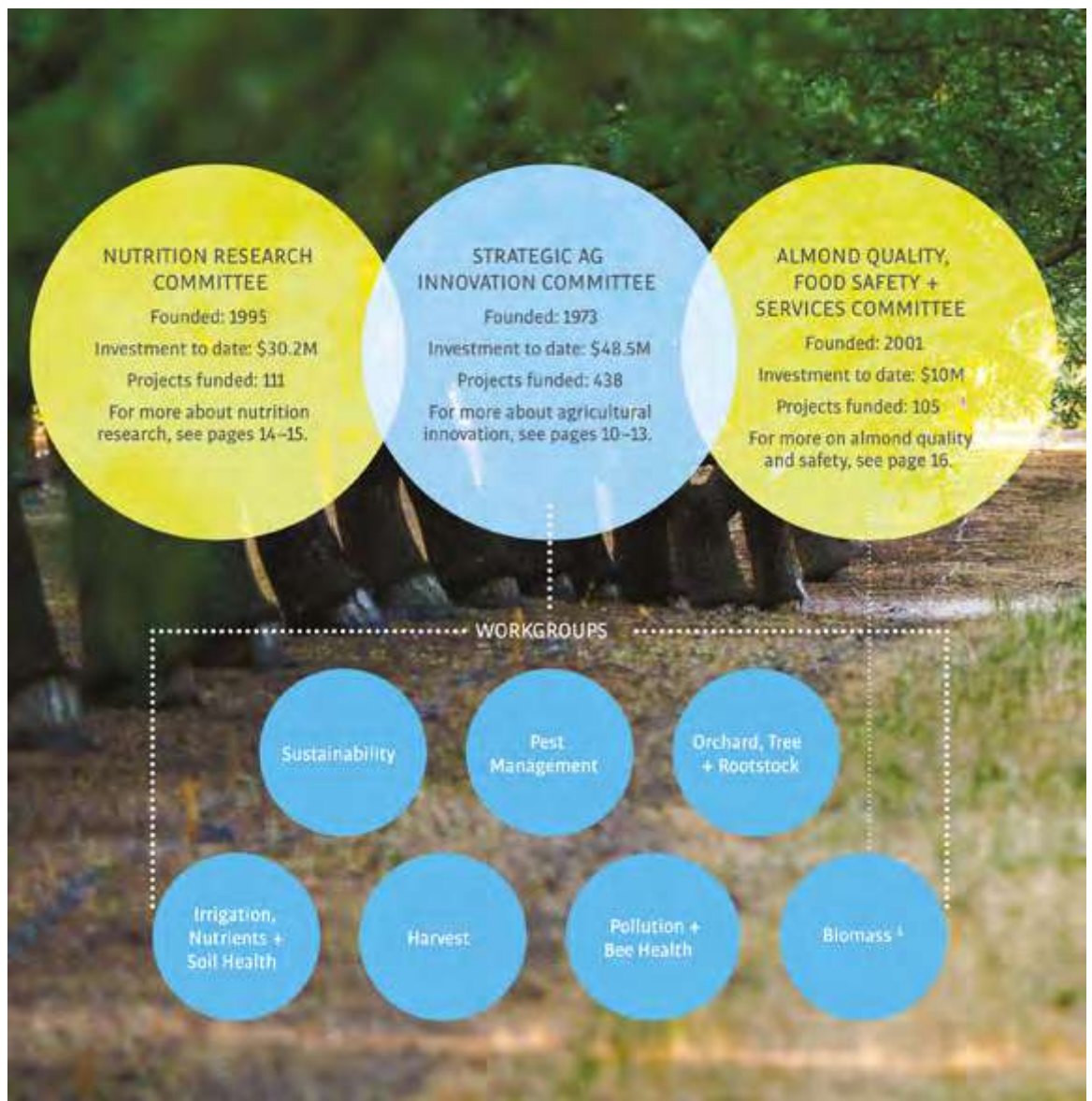
Información detallada acerca de los 11 mercados del mundo en los que el Almond Board exporta almendras se encuentra en: [www.almonds.com/sites/default/files/Almanac\\_2019\\_Web\\_0.pdf](http://www.almonds.com/sites/default/files/Almanac_2019_Web_0.pdf)

**Usted visitó España en el año 2019 y con anterioridad. Dado que ha tenido la oportunidad**

**de conocer de primera mano la realidad del sector productor de almendra, así como diferentes centros de investigación y empresas viverísticas. ¿Qué opinión le merece?**

Tengo una muy buena opinión de la industria de almendras en España en general y sus investigadores en el área. Me parece muy interesante la transición que la industria almendrera está experimentando en España. Es muy bonito ver como el almendro está dejando de ser un cultivo de secano y de escasos manejos a un cultivo con riego y con manejos más adecuados a sus necesidades productivas. Creo que España tiene un potencial rejuvenecido con las nuevas variedades y portainjertos de almendros, que les permitirán abarcar terreno de producción más amplio en donde los desafíos climáticos y de suelo podrán ser mitigados con floraciones más tardías y/o portainjertos más resistentes a enfermedades de la raíz, entre otros.

**En su visita a España usted pudo visitar varias fincas con el modelo superintensivo para la producción de almendra, modelo desarrollado por Agromillora, con 25 años de historia en el olivo del que destaca la eficiencia en el uso de inputs y su sostenibilidad. Como especialista en almendro:**



Ejemplos de comunicación de California Almonds (Almond Board of California) mediante campañas publicitarias para fomentar el consumo de almendras en la vida cotidiana, en deportistas y en países como China y Corea.



**¿Cómo ve usted este sistema conceptualmente bien diferente del vaso tradicional y que puede aportar en términos de eficiencia y sostenibilidad? Al fin y al cabo, aunque constituye una novedad en almendro, modelos similares, vienen utilizándose desde hace más de 50 años en manzano o peral.**

Creo que es un modelo cuyo potencial productivo es menor que el tradicional. Esto debido a que en este modelo se capta menos luz por hectárea y nuestros estudios demuestran que mientras más luz por hectárea se capta, mayor es el potencial productivo. Ahora bien, el potencial productivo también está limitado por otras cosas (no solo la luz). Por tanto, si el potencial productivo en un huerto X está determinado por otros factores tales como la falta de agua, entonces una copa más pequeña podría ser adecuada. En resumen, creo que es un sistema que sacrifica los kilos por hectárea potenciales y por tanto se debe tener en cuenta cual es el beneficio alternativo al optar por un menor potencial de producción. Falta estudiar el beneficio alternativo en el uso de agua y

la viabilidad del huerto con un sistema de cosecha distinto, entre otros factores. Creo que lo interesante es estudiar si el sistema de super intensivo logra mejores rendimientos y retornos al productor en condiciones donde el rendimiento potencial es inferior a los ~2,500 kilos por hectárea versus el sistema tradicional. No creo que sea un sistema que funcione para zonas donde el rendimiento potencial (dado principalmente por la disponibilidad de agua, clima y suelo) sea mayor a ~2,500 kilos por ha. Al mismo tiempo tenemos que ponderar de que es un sistema más caro de implementar que el tradicional, debido a que el número de árboles por ha es mayor, el número de hileras es mayor (más mangueras de riego, más pasos de maquinaria, etc.).

Finalmente, volviendo a tu pregunta, si bien estos modelos se vienen utilizando en otros frutales, la fuerza que motivó el cambio fue el costo de la mano de obra durante cosecha y en cierta medida la mejora en calidad de la fruta. Ninguno de esos factores es tan relevante en almendros hoy en día puesto



Sebastián Saa en su visita a la Finca Agro Water Almond (Lleida, España) en junio de 2019. A la izquierda plantación intensiva variedad 'Vairo' a 6 x 6 m con patrón GF-677 y a la derecha 'Penta' / RP-20 a 3,5 x 1,20 m en su tercer año de plantación.



que los sistemas tradicionales logran una adecuada calidad de almendras con una cosecha absolutamente mecanizada.

**El crecimiento constante de la producción mundial de la almendra como resultado de las nuevas plantaciones en Estados Unidos, Australia y España, ha ido unido hasta ahora al incremento del consumo. ¿Cree usted que esta expansión es sostenible a corto y largo plazo y que no se trata de lo que algunos califican como el “boom” del almendro? En cualquier caso, ¿recomendaría para España pensar en otras especies complementarias como el pistacho y el nogal para así no jugarlo todo a una única carta?**

Creo que siempre es bueno “no tener todos los huevos en la misma cesta”. Nosotros hemos hecho un tremendo esfuerzo en mantener la demanda por sobre la oferta (aprox. 70% de nuestro presupuesto es en desarrollo de mercados) y seguiremos esforzándonos en esa área pues entendemos que esta es la clave para mantener los precios a los productores. Al mismo tiempo creemos que debe ser más y más un trabajo de todos a medida que otros países comienzan a tomar mayor relevancia productiva.

**¿Cómo ve usted el futuro del almendro en California y cuáles son los retos más importantes que deberá afrontar para adaptarse a los requerimientos tanto de los consumidores como de la sociedad en el aspecto sostenibilidad ambiental y cambio climático?**

Sobre el futuro y los retos nos contesta el Sr Richard Waycott, Presidente y CEO del Almond Board de

California: “La industria de la almendra de California tiene una visión del éxito a largo plazo basada en los desafíos agrícolas y ambientales que deben superarse, y en las oportunidades de mejora continua. El año pasado, la industria estableció cuatro objetivos ambiciosos, los Objetivos Almond Orchard 2025, que se alinean con nuestra visión de mejorar la vida con lo que crecemos y cómo crecemos.

Estos objetivos se basan en décadas de progreso que han sido impulsados por la investigación: desde 1973, la industria de la almendra de California ha invertido \$ 89 millones en investigación sobre prácticas agrícolas responsables, calidad e inocuidad de los alimentos y el impacto de las almendras en la salud humana. Alcanzar estos objetivos para 2025 requerirá trabajo duro, dedicación y recursos, incluido el financiamiento de investigaciones más independientes para evaluar nuevas tecnologías y compartir los resultados con la industria más amplia de almendras de California ”.

Sobre los retos: “El desafío más importante para la industria de la almendra de California es adaptarse a una menor disponibilidad de agua en los años venideros. Las disposiciones de la Ley de Manejo Sostenible de Aguas Subterráneas para equilibrar los niveles de acuíferos cambiarán la huella agrícola en el Valle Central de California a medida que haya menos agua subterránea disponible. a los agricultores. La Almond Board está trabajando muy de cerca con los miembros de nuestra industria para ayudarnos donde podamos con esta transición ”.

Más información sobre el Almond Board de California en su página web: [www.almonds.com](http://www.almonds.com)

*Moderna finca de almendro en floración en el Valle de San Joaquín (California) con riego localizado. La producción se basa casi exclusivamente en variedades de cascara blanda o mollares como ‘Nonpareil’ (Fotos: Almond Board of California).*



# #reinventamoslossecanos

## El almendro autoenraizado en secano

**Dr. Ignasi Iglesias**

2D Technical Manager. Agromillora Group

### Resumen

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.

### 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.

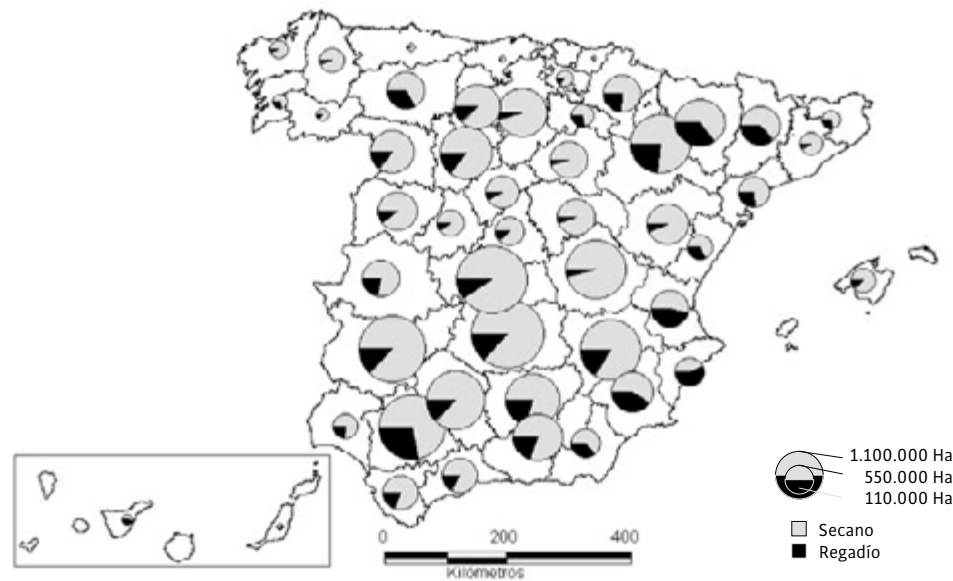
**Los cultivos herbáceos** ocupaban en España en 2018 una superficie de 8.595.662 ha, la mayor parte en secano, con cerca de los 7 millones de ha (**Tabla 1**). La mayor parte de la superficie de herbáceos se dedica a los cereales de grano con 6.234.000 ha, de las cuales 5.284.000 ha se encuentran en 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 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



**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).



**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](https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/boletin2018_tcm30-504212.pdf))

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 2:** Superficies (ha) de los cultivos leñosos en España en el año 2018, según su pertenencia secano o regadío. (Fuente: [https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/boletin2018\\_tcm30-504212.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/boletin2018_tcm30-504212.pdf))

Olivo		Viña		Almendra		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

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 almendra. 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 almendra 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 almendra autoenraizado.

### 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 almendra 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.

### **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 fresco 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 m<sup>3</sup>/ha del regadío a unos 2.000–3.000 m<sup>3</sup>/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.

### **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 frescos. 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).**

### **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 m<sup>3</sup>/ha) en la Versión 1 y el 55% (2.250 m<sup>3</sup>/ha) en la Versión 2, con respecto al seto de regadío V2 a 3,5 x 1,25 m (5.025 m<sup>3</sup>/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 plantarse 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 m<sup>3</sup>/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 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 m<sup>3</sup>/ha) le corresponden 2.280 kg/ha de almendra 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.

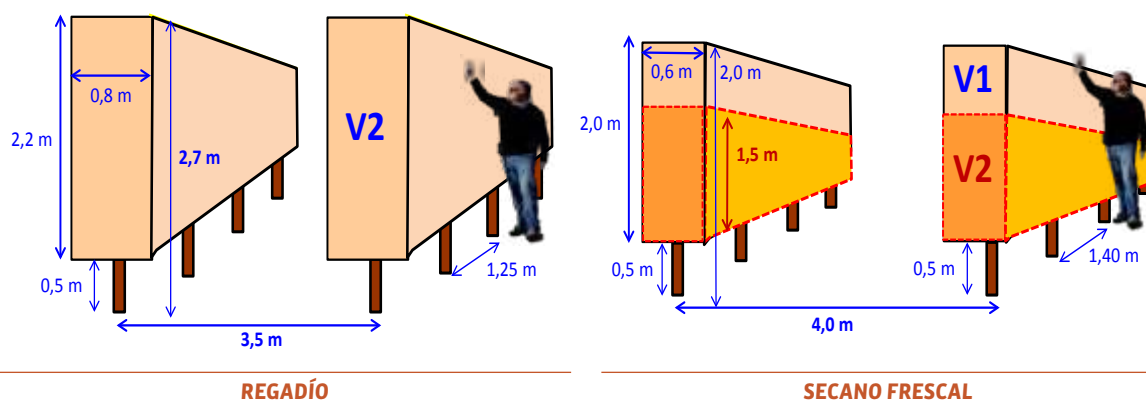
Finalmente, en referencia a la eficiencia productiva y a la calidad del fruto, no se dispone de referencias contrastadas, solamente de las primeras producciones en el año 2019 en las primeras parcelas plantadas. Los datos obtenidos indican una entrada en producción rápida y un tamaño del fruto similar al conferido por el patrón GF-677. En olivo y en avellano autoenraizados (opción estándar), tanto la producción como el tamaño del fruto son muy satisfactorios.

### 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:

**Figura 2.** Dimensiones del seto SHD de almendro en regadío Versión-2, volumen de copa: 5.025 m<sup>3</sup>/ha (superior). Dimensiones del seto del almendro autoenraizado en secano fresco en su Versión-1 (3.000 m<sup>3</sup>/ha) y en su Versión-2 (2.250 m<sup>3</sup>/ha) (inferior).



- **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 muchas 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.**

#### 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 han calculado los márgenes netos para el productor. Se ha considerado en ambos casos la opción en producción ecológica por adaptarse bien a este tipo de producción en secano. Los resultados se exponen en la **Tabla 4**. 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).

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

Coste de plantación		Coste de plantación	
	Coste (€/Ha)		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
	<b>5.265</b>		<b>2.783</b>
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
	<b>1.383</b>		<b>1.559</b>
Ingresos		Ingresos	
Producción almendra grano ecológica 650 kg/ha x 7€/kg	4.550	Producción almendra grano ecológica 550 kg/ha x 7€/kg	4.550
Producciones esperadas por años (kg grano/ha): Años 1 y 2: 0; año 3: 300; año 4: 450; año 5: 650		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	
PAC (del cultivo cereal, olivo,...)	150	PAC (del cultivo cereal, olivo,...)	150
	<b>4.700</b>		<b>4.000</b>
Margen neto <sup>1</sup>		Margen neto <sup>1</sup>	
	<b>3.317</b>		<b>2.441</b>

<sup>1</sup> Margen neto = Ingresos – Costes directos – Costes indirectos – Amortización



**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.

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

## CONCLUSIONES

La producción del almendro autoenraizado en seto constituye una innovación tecnológica que abre la posibilidad de alcanzar una mayor rentabilidad para los secanos frescos 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.

## RELACIÓN DE DIAPOSITIVAS

**Diapositiva 1.** En España se estima que existen más de 3 millones de hectáreas de secanos frescos, con más de 400 mm de precipitación anual, dedicadas fundamentalmente a cultivo extensivos como los cereales, girasol, almendros, viña y olivos.

**Diapositivas 2.** La viña, un ejemplo perfecto de control del volumen de copa mediante el sistema de formación y la poda de invierno, para su adaptación a las disponibilidades hídricas de cada zona.

**Diapositiva 3.** Plantación de almendro en secano fresco (Almudevar, Huesca) sobre patrón GF-677 con un marco de plantación de 7 x 7 m. Obsérvese el mantenimiento del suelo sin vegetación y los viejos almendros al fondo de la plantación.

**Diapositivas 4 y 4'.** La utilización de árboles autoenraizados se remonta a siglos de antigüedad en especies frutales cuya radicación es fácil, como el olivo o el avellano. En la fotografía de la izquierda plantación adulta de la variedad 'Arbosana' en secano fresco en Espiells (Alt Penedés, Barcelona) con producciones de 5.000 a 8.000 kg de aceituna/ha. A la derecha plantación de avellano autoenraizado en SHD en la Finca Porxina (Mequinzena, Zaragoza).

**Diapositiva 5.** Almendro variedad 'Garrigues' con sus propias raíces, un sistema radicular provisto de numerosas y potentes raíces capaces de explorar horizontes profundos, complementadas con raíces más finas (Fotografía: A. Felipe).

**Diapositivas 6 y 7.** A la izquierda, en el invernadero de producción de Agromillora, planta de la variedad 'Soleta' autoenraizada "in vitro" de 7 meses de edad y lista para plantar. A la derecha detalle de su sistema radicular donde se observan raíces potentes acompañadas de otras más finas.

**Diapositiva 8.** Primera plantación de almendro autoenraizado variedad 'Soleta' (línea izquierda de la foto, línea derecha 'Guara'/Garnem) plantada en febrero de 2017 en Villarobledo (Albacete) en su tercer año de plantación (Foto: Gerardo Brox).

**Diapositiva 9.** Segunda plantación de almendro autoenraizado variedad 'Penta' en su tercer año de plantación (2019) en la Finca de La Porxina (Mequinzena, Zaragoza), con suelos pesados y calcáreos (izquierda) con una buena producción.

**Diapositivas 10.** Parcela experimental con diferentes variedades y marcos de plantación de almendros autoenraizados en el ITACYL (Valladolid) al final de su segundo verde en septiembre de 2019, con un excelente desarrollo por las abundantes lluvias del año 2018.

**Diapositivas 11 y 12.** El control anual del volumen de la copa limitando la anchura y la altura del árbol para adaptarlo a las disponibilidades hídricas de cada zona y año es difícil y costosa en árboles adultos en vaso (izquierda), pero completamente mecanizable y a bajo coste en el seto (derecha).

**Diapositivas 13.** La recolección de los autoenraizados en seto se realizará de forma completamente mecanizada mediante máquinas cabalgantes, en plantaciones con menor volumen de copa respecto al seto de regadío.

**Diapositivas 14 y 15.** Nueva plantación de almendro autoenraizado en Almudevar (Huesca) en noviembre de 2019, con diferentes variedades y marco de plantación 4 x 1,35 m.

# #reinventamoslossecanos

## Ensayos de almendro en seto autoenraizado en Castilla y León

**Hugo Martín Gutiérrez\*, Sara Álvarez Martín, Rubén Vacas Izquierdo, Enrique Barajas Tola y José Antonio Rubio Cano.**

Unidad de Cultivos Leñosos y Hortícolas.  
Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.  
Ctra. Burgos km 119. 47071 Valladolid.  
\*Mail: marguthu@itacyl.es

Hoy en día, el cultivo del almendro es una gran oportunidad y alternativa para muchas zonas de Castilla y León, fundamentalmente en el centro oeste de la región. Las características de estas nuevas plantaciones aportan e introducen aspectos muy distintos a los del cultivo tradicional del almendro. La utilización de riego se hace muy necesaria si se quiere aprovechar al máximo el potencial de las nuevas variedades y técnicas de cultivo utilizadas. Con estas nuevas técnicas se pueden obtener rendimientos de 1000 a 2.000 Kg/ha en almendra frente a los 100-150 Kg/ha del cultivo tradicional. Con este nuevo modelo de producción se aumentan las necesidades de abonado y de tratamientos fitosanitarios, y se disminuyen las necesidades de mano de obra ya que la cosecha y la poda son totalmente mecanizables.

La superficie de cultivo en Castilla León es aproximadamente 3,5 mill de ha de las cuales un 14.4 % está en regadío (504.895ha). Los cultivos herbáceos y barbechos ocupan 3,4 mill de ha, frente a las 95.148 ha que ocupan los cultivos leñosos incluido el viñedo (M.A.P.A. 2018). Por lo tanto, la mayor parte de la superficie cultivada está en secano por lo que el potencial de crecimiento de los cultivos leñosos como el almendro puede tener más vías de desarrollo en tierras de secano que en regadío. El almendro es una especie que se

adapta bien a las condiciones de secano, aunque las mayores producciones se obtienen en suelos profundos sin limitaciones de agua. La posibilidad de desarrollar el almendro bajo estas premisas va a estar condicionado por la escasa disponibilidad de este tipo de terrenos.

Por otro lado hay que tener en cuenta que diferentes factores como el cambio climático, la contaminación de acuíferos por nitratos, o la sobreexplotación de acuíferos están convirtiendo el agua en un recurso cada vez más limitado. La DIRECTIVA 2000/60/CE DEL

PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO del 23 de Octubre de 2000 (Directiva marco del agua) busca una necesaria ordenación de las aguas disponibles mediante el uso de planes hidrológicos. Esta ordenación implica, que a pesar del desarrollo de nuevos regadíos, el crecimiento en superficie de los terrenos en regadío va ser muy limitado, así como las dotaciones de agua a las diferentes explotaciones agrícolas.

Aumentar la rentabilidad y la productividad del almendro en secano se presenta como un nuevo objetivo a cumplir. Para ello, son necesarias nuevas técnicas de cultivo, así como la utilización de material vegetal más adaptado a las condiciones del cultivo en secano. Por lo tanto, las plantaciones de almendro en secano pueden ser una buena alternativa a los tradicionales secanos de cultivo extensivo.

### Material vegetal autoenraizado

En otros cultivos como el olivo, el avellano, o el nogal, la utilización de variedades autoenraizadas es bastante común. En almendro no se había utilizado esta técnica por el mal enraizamiento de las variedades bajo los sistemas clásicos de multiplicación en vivero. A través de la investigación, la empresa Agromillora Group ha conseguido enraizar las variedades de almendro en cultivo in vitro, multiplicándolas con la misma técnica. El almendro autoenraizado implica la eliminación y ausencia del patrón en este nuevo material vegetal.

No hay que olvidar que los patrones confieren ciertas propiedades a las variedades que ayudan a aumentar las producciones en algunos casos, o a aumentar su resistencia a factores edáficos y a proteger al árbol de enfermedades en otros.

El almendro autoenraizado supone un desarrollo para el cultivo en secano del almendro, ya que se va a poder realizar una intensificación de las plantaciones. Los patrones más adaptados a las condiciones de secano GF-677, Garrigues, Garnem, etc, son patrones muy vigorosos, con un gran desarrollo radicular, que impeden el aumento de la densidad de plantación. La propuesta de Agromillora Group es un cultivo en secano de alta densidad de más de 2000 plantas/ha con variedades autoenraizadas. Las variedades utilizadas serían las mismas que se están usando para las nuevas plantaciones, autofértiles, y de floración tardía y extra-tardía.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que el almendro autoenraizado es un material vegetal del que se tiene muy pocos datos. Se desconoce muchas variables, como la productividad y rentabilidad, necesarias para conocer la viabilidad de este tipo de plantaciones. Las expectativas de esta nueva forma de cultivo son muy altas ya que el desarrollo de los diferentes ensayos ubicados en diferentes provincias de España está siendo hasta ahora muy prometedor, pero sin conocer el resultado del nivel de producción en cada zona.

### Ensayos de almendro superintensivo en secano

El Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (Itacyl) en colaboración con la empresa Agromillora Group está desarrollando tres ensayos experimentales: de distancia entre calles, un ensayo de distancia entre plantas y un ensayo de variedades. Estos ensayos están ubicados en la finca Zamadueñas (Valladolid). Los tres ensayos se están realizando con material vegetal autoenraizado.

#### 1. Ensayos de marcos de plantación

Los ensayos de distancia entre calles y entre plantas se han plantado con la variedad Soleta. El objetivo de estos ensayos es buscar que marcos de plantación son los más adecuados, así como estudiar el manejo y los costes de cada marco de plantación.

Los dos ensayos se plantaron en Marzo 2018 con un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones de cada marco de plantación estudiado para poder analizar estadísticamente los datos que se obtengan. Las distancias entre calles estudiadas son de 3m, 3,5m y 4m, con una distancia entre plantas fija de 1,25m. El ensayo de distancia entre plantas mantiene fija la calle en 3,5m y estudia distancias entre plantas de 1m, 1,25m y 1,50m. Según las primeras valoraciones, las densidades de plantación más altas presentan una mejor formación del seto formando una pantalla continua con únicamente dos años desde la plantación.

Los datos recogidos hasta ahora se limitan a la altura de vegetación el primer año y el diámetro de tronco. En 2018, la altura de vegetación en la mayor parte de las plantas presenta un crecimiento que varía de 1,60 m a 1,70 m sin presentar diferencias entre las diferentes densidades de plantación estudiadas. El crecimiento del tronco tampoco ha mostrado gran variación entre los

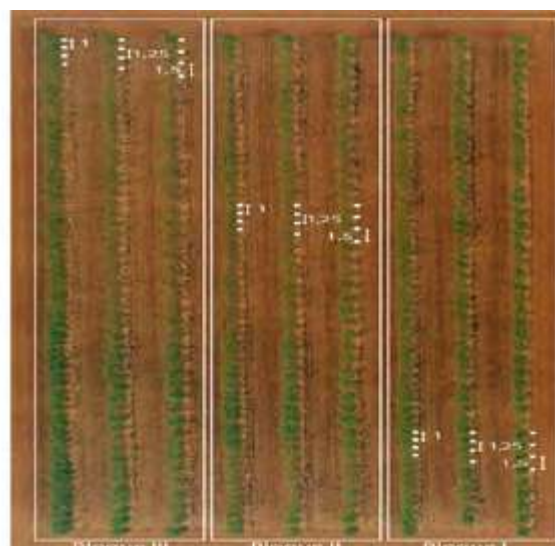
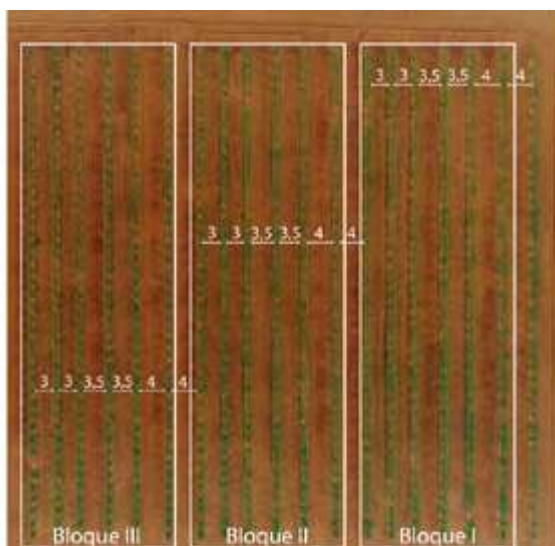


Figura 1.  
Fotografía área de ensayos de distancias entre plantas y entre calles.





**Figura 2.**  
Altura del seto en los ensayos de distancia entre las plantas y distancia entre calles.



**Figura 3.**  
Ramilletes de mayo y dardos distribuidos por las diferentes ramas de la planta.



**Figura 4.**  
Alturas de las variedades Penta y Lauranne-Avijor plantadas en 2019.

distintos marcos, manteniéndose entre 2 y 3 cm. En 2019, la altura de vegetación se limitó a 1,80 m y la anchura del seto a 70 cm mediante despuntes mecanizados realizados con una despuntadora de viñedo, manteniéndose este volumen en todas las densidades estudiadas.

Durante el 2020, siempre y cuando los factores climáticos lo permitan, los dos ensayos experimentales entrarán en producción ya que a fecha de hoy presentan numerosas yemas de flor repartidas por diferentes brotes fructíferos predominando los ramilletes de mayo y los dardos.

## 2. Ensayo de variedades

El ensayo de variedades de almendro autoenraizado se ha plantado en el 2019. Consta de 5 variedades con un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones por variedad estudiada, al igual que los ensayos de densidad de plantación. Las variedades estudiadas son Avijor-Lauranne, Penta, Soleta, Guara y Vialfast.

Las precipitaciones a lo largo del 2019 desde el mes

de Enero a Octubre incluido han sido inferiores a 250 mm. A pesar de la escasa aportación de agua, la altura de vegetación medida en las diferentes variedades ha oscilado entre 1,40 m y 1,60 m. No existen diferencias significativas en el comportamiento agronómico de las diferentes variedades en este primer año de cultivo.

### Ensayo de estrés hídrico en invernadero.

En paralelo a la implantación de los ensayos en campo se ha realizado un ensayo experimental en invernadero que ha permitido caracterizar la resistencia a la sequía de este nuevo material vegetal. Los ensayos en campo presentan la dificultad de retrasar la toma de datos hasta la entrada en producción (3 o 4 años). En cambio, en invernadero se pueden asemejar las condiciones climáticas a las existentes en campo y adelantar la toma de datos.

El objetivo de este ensayo experimental ha sido conocer la respuesta morfológica y fisiológica de la variedad 'Soleta' sometida a estrés hídrico, mediante el estudio de las relaciones hídricas, crecimiento,

Fase	Parámetros	RpR	AR	RpS	AS	R	P	RxP
Est	Peso seco hojas (g pl-1)	14,9±0,9	12,6±0,9	3,8±0,7	3,6±0,7	***	ns	ns
	Peso seco tallo (g pl-1)	25,4±4,5	25,4±2,9	28,5±1,9	16,1±0,8	***	***	ns
	Área foliar total (cm <sup>2</sup> )	1306±66	970±57	297±55	316±67	***	*	*
	Número de hojas	405,0±14,0	336,7±19,9	129,2±22,5	129,3±20,7	***	ns	ns
	Área unitaria (cm <sup>2</sup> )	3,2±0,2	3,0±0,2	1,9±0,2	2,0±0,3	***	ns	ns
	Peso seco hojas (g pl-1)	26,3±1,6	14,3±1,4	16,0±16,0	11,6±0,8	***	***	**
Rec	Peso seco tallo (g pl-1)	83,9±5,4	33,8±2,5	33,8±33,8	24,2±1,4	***	***	***
	Área foliar total (cm <sup>2</sup> )	2278±197	1120±146,4	1594±89	917±55	**	***	ns
	Número de hojas	491,3±51,9	345,8±48,3	403,8±21,7	215,0±26,4	*	***	ns
	Área unitaria (cm <sup>2</sup> )	4,2±0,3	3,6±0,3	3,9±0,3	4,4±0,3	ns	ns	ns

Tabla 1. Estudio del crecimiento en plantas de almendro en plantas de almendro autorradicadas e injertadas sobre Rootpac20 (P) y sometidas a distintos tratamientos de riego (R) al final de la fase de estrés (Est) y de la fase de recuperación (Rec). Los valores son la media de 8 plantas. RpR (injerto sobre Rootpac20 bien regadas), AR (plantas autorradicadas bien regadas), RpS (injerto sobre Rootpac20 en seco) y AS (plantas autorradicadas en seco).

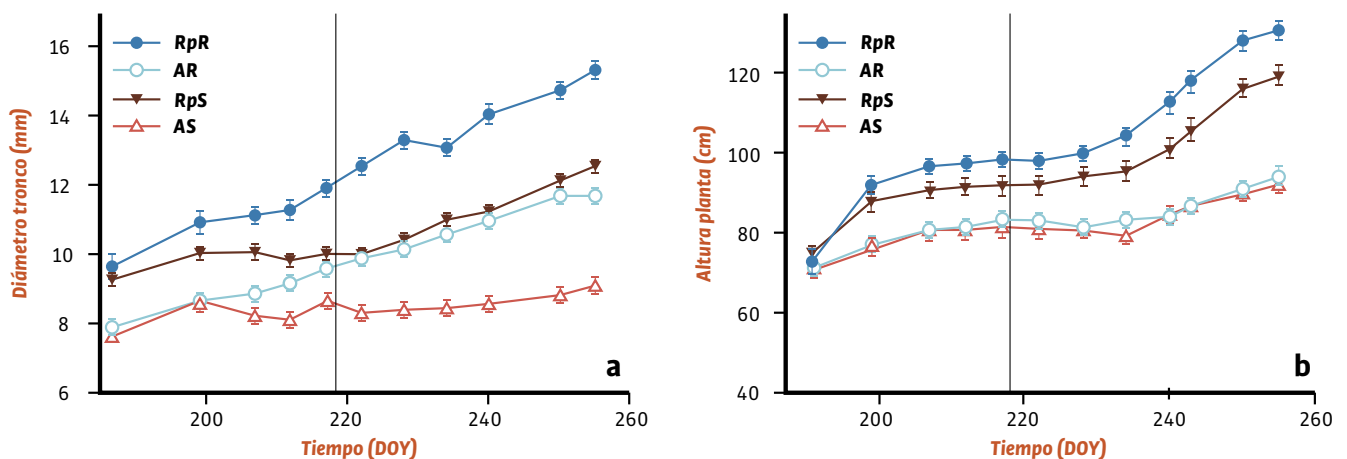


Figura 5. Evolución del diámetro del tronco (a) y de la altura de la planta (b) en plantas de almendro autorradicadas e injertadas sobre Rootpac20 y sometidas a distintos tratamientos de riego. Valores son las medias  $\pm$  s.e., n=20. Los símbolos representan los diferentes tratamientos: RpR (círculo relleno), AR (círculo vacío), RpS (triángulo relleno) y AS (triángulo vacío). La línea vertical representa el cambio de riego.

transpiración e intercambio gaseoso de plantas de almendro autorradicadas o injertadas sobre patrón Rootpac20.

En la tabla 1 se muestran algunos de los resultados obtenidos.

Los resultados indican que, aunque la limitación del riego reduce el crecimiento de Soleta en ambos pies creciendo en maceta (A y Rp), las respuestas fisiológicas y morfológicas son diferentes. En condiciones de riego, los dos tipos de plantas podrían usarse de forma satisfactoria ya que mantienen una buena calidad. Si bien, las plantas Rp son las que presentan una mayor tasa de fotosíntesis y crecimiento. Pero en condiciones de sequo, las plantas Soleta autorradicadas fueron más resistentes al déficit hídrico, como consecuencia de un mecanismo efectivo de control estomático, menor deshidratación y una mayor eficiencia en el uso del agua, lo que le permite una recuperación del estado hídrico más rápida cuando se restablece el riego.

El resto de resultados obtenidos en este ensayo se pueden encontrar en el trabajo presentado al XXXVII Congreso Nacional de Riegos cuyo título es “Influencia del patrón en la adaptación del almendro frente al estrés hídrico” realizado por investigadores del Itacyl.

#### Resistencia a plagas y a enfermedades.

Una de las dudas que suele surgir cuando se introduce un nuevo material vegetal o nuevas variedades es cuál será su comportamiento frente a las plagas y enfermedades. No hay que olvidar que los patrones están testados contra las diferentes plagas y enfermedades que existen en el suelo. El almendro autoenraizado en los diferentes ensayos realizados tanto en Castilla y León como en el resto de España no ha presentado especial sensibilidad a ninguna enfermedad en suelo, pero esto no quiere decir que en un futuro no puedan aparecer.

Durante el 2018, a pesar las abundantes precipitaciones primaverales, en la parte aérea las



**Figura 6.**  
Ataque de araña roja  
en algunas plantas.

platas sólo presentaron un leve ataque de pulgón en el mes de mayo, controlado por la fauna auxiliar existente, fundamentalmente Coccinélidos. Durante este año no se realizó ningún tratamiento fitosanitario a los ensayos.

En 2019 se ha vuelto a repetir el ataque de pulgón en primavera, pero esta vez de una forma más agresiva, aplicando dos tratamientos fitosanitarios. Durante los meses de verano los diferentes ensayos experimentales también presentaron ataques de araña roja que obligaron a realizar el correspondiente tratamiento para su control. Visualmente no se apreciaron diferencias de mayor o menor resistencia entre las diferentes variedades ni densidades de plantación estudiadas. Tanto el pulgón como la araña roja son plagas frecuentes en el almendro y no se puede concluir que las plantas autoenraizadas sean más o menos sensibles que el material vegetal injertado o tradicional.

La resistencia o sensibilidad a plagas y enfermedades del material vegetal autoenraizado es un aspecto a estudiar en los próximos años, ya que es un factor que va a influir de manera directa en la rentabilidad de esta alternativa de cultivo. A priori las características intrínsecas de cada variedad deberían resaltar de una forma más intensa ya que no se ven influenciadas por el patrón injertado.

### **Conclusiones**

En la actualidad los secanos tienen una rentabilidad cada vez más baja por tanto es necesario introducir nuevas alternativas que aumenten la competitividad de estas formas de explotación. El cultivo del almendro en alta densidad y en seco con material autoenraizado es una innovación prometedora y una buena herramienta para aumentar la rentabilidad de estas explotaciones. La posibilidad de producir planta más barata, eliminando el injerto, disminuye la inversión inicial de este modelo frente a las plantaciones en regadío.

Hay que tener claro que este modelo de cultivo no pretende competir en nivel de rendimiento con las superficies de almendro en regadío aunque en algunos casos igual si puede competir en rentabilidad. El manejo del cultivo en seco presenta una serie de ventajas frente al regadío como son la menor presencia de malas hierbas, el menor número de tratamientos, etc. Por tanto, los costes de implantación, así como en el manejo, son menores en seco, de ahí que la rentabilidad de estas plantaciones pueda compararse en algunas zonas con el regadío.

Las plagas y enfermedades a priori son menores en los cultivos en seco, abriendo la posibilidad de que estos modelos de cultivo puedan realizarse de una manera más sostenible e incluso producir en el ámbito de la producción ecológica. El mercado de la almendra ecológica está en alza tanto en consumo como en precio. Las plantaciones en ecológico pueden ser una variante o alternativa para aumentar la rentabilidad de las plantaciones de almendro en seco.

En resumen, las plantaciones de almendro con material vegetal autoradicado son una buena alternativa que presenta muchas características favorables para su implantación. Ahora bien no hay que olvidar que esta innovación no tiene todavía unos resultados firmes y definitivos. Los próximos años, con los resultados que se vayan obteniendo de los diferentes ensayos experimentales, serán los que marcarán si esta alternativa será una buena opción para la gran superficie de seco disponible en Castilla y León y en otras comunidades autónomas.

### **Agradecimientos**

Estos ensayos han sido financiados a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER).



**#reinventamoslossecanos**

# **Comportamiento de variedades autorradicadas de almendro frente a factores limitantes del medio**

**José Casanova Gascón\*,  
Clara Martí Dalmau\*,  
Pablo Martín Ramos\***

\*Escuela Politécnica Superior de Huesca, Universidad de Zaragoza.  
Carretera de Cuarte s/n 22071 Huesca

Las variedades de almendro autorradicadas son una innovación tecnológica que constituye una alternativa a las variedades injertadas sobre patrones, con ventajas en términos de menor coste de producción y mayor potencial productivo. Es una de las líneas de mejora de las nuevas plantaciones, que se viene ensayando junto con otros factores de manejo (densidad de plantación, control del volumen de la copa, poda mecanizada,...). Para que puedan entrar a competir con los patrones convencionales, se precisa de la realización de estudios sobre el comportamiento frente a factores limitantes del suelo, en la misma línea de los trabajos que se han ejecutado durante muchos años sobre patrones tradicionales. En este artículo se recogen conclusiones preliminares de un estudio realizado sobre 5 variedades autorradicadas (Avijor, Guara, Penta, Soleta y Vialfás) frente a los factores limitantes del suelo más habituales (**Figura 1**), tomando como referencia los patrones Mirabolano y GF677.

### Ensayos de inundación completa

Algunas plantaciones de almendro sufren problemas de drenaje, por lo que es preciso estudiar el comportamiento de las variedades autorradicadas frente al encharcamiento continuo. En este estudio, se trabajó con plantas en maceta de las cinco variedades autorradicadas y de las dos plantas testigo.

Se sumergieron en agua (hasta un nivel 4 cm por encima del borde de la maceta) durante 15 días; cada día se retiraron entre 1 y 2 plantas por variedad y se tomaron medidas de transpiración (porómetro), de contenido clorofílico en hoja (SPAD, indicativo del nivel de estrés) y de los pesos de raíces, tronco y hojas, tanto en fresco como en seco, permitiendo la determinación del momento de la muerte de la planta por asfixia. Asimismo, se comparó su comportamiento con el de plantas de las mismas variedades bajo un manejo convencional (en tierra y bajo riego sin estrés).

El índice de verdor (SPAD) de las variedades autorradicadas bajo manejo convencional (**Figura 1, a**), mostró un comportamiento más heterogéneo que el de las plantas sobre patrones Mirabolano y GF677 (cajas segunda y cuarta en la figura). De entre las variedades autorradicadas, la variedad Avijor presentó el comportamiento más homogéneo. Las plantas sometidas a inundación continua (**Figura 2, b**), presentaron una gran heterogeneidad en el índice de verdor, mostrando valores inferiores a 10, considerados como niveles irreversibles del contenido de clorofila de las hojas.

Si bien globalmente y desde un punto de vista estadístico las medidas de transpiración (gs) mostraron diferencias significativas entre las plantas bajo manejo convencional y las sometidas a inundación (confirmando así el estrés provocado por la inundación), no se observaron diferencias significativas inter-variedad.

A partir de las medidas de pesos, se observó que, al avanzar el ensayo, se producía una disminución progresiva del peso seco de raíces y de la parte aérea. Aunque tampoco se registraron diferencias significativas entre variedades, los pesos de los patrones GF677 y Mirabolano fueron ligeramente inferiores a los de las plantas autorradicadas.

La muerte de las plantas de todas las variedades se produjo entre el tercer y el sexto día (**Fig. 3**), siendo Penta la variedad más sensible y las variedades más

resistentes, las injertadas sobre patrón de ciruelo Mirabolano. De hecho, estas últimas plantas lograron sobrevivir hasta el final del ensayo.

### Ensayo de inundación temporal

Toda vez que no es extraño que las plantas puedan sufrir encharcamiento durante un periodo breve (por rotura de un ramal de riego, por una tormenta, etc.), resulta relevante conocer también el comportamiento de las variedades frente al encharcamiento temporal (**figura 4**). Para este ensayo, las 5 variedades autorradicadas y las dos variedades control se sometieron a períodos alternos de 24 h de inmersión y 24 h fuera del agua, repitiendo el proceso durante 15 días y realizando mediciones sobre las plantas con frecuencia diaria.



**Figura 1.** Variedades autorradicadas objeto de este estudio.

Figura 2. Diagrama de cajas de las medidas de SPAD en las plantas bajo manejo convencional (a) y sometidas a inundación (b).

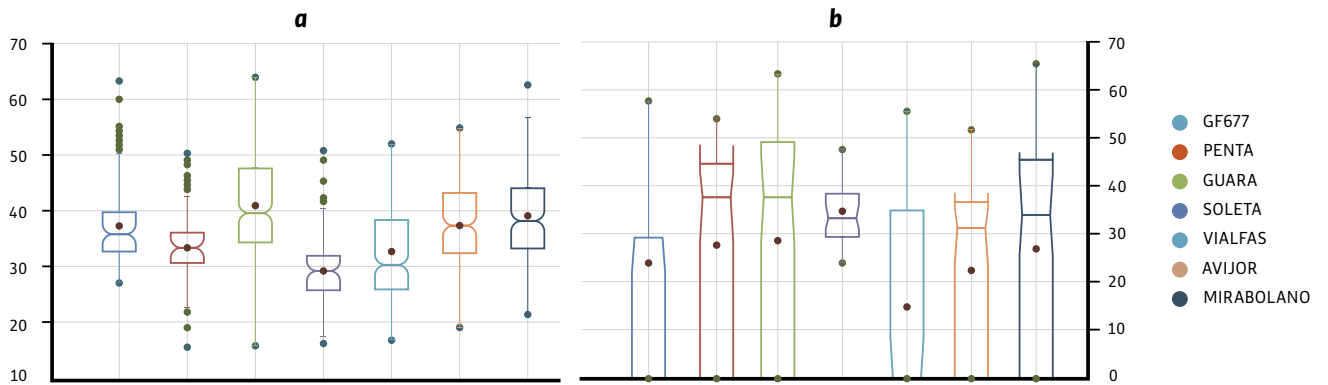
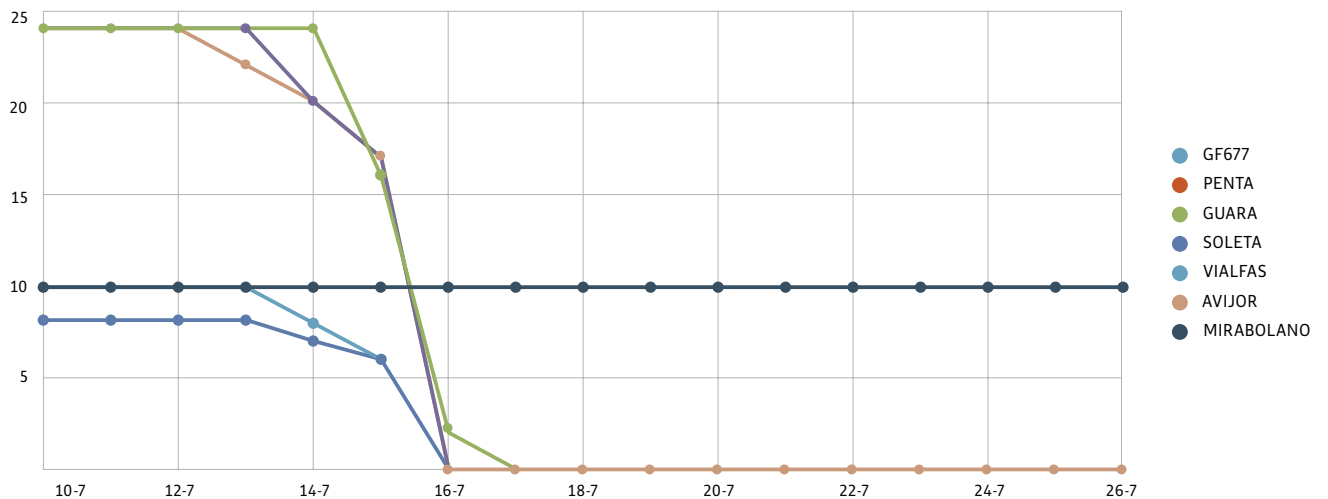


Figura 3. Gráfico de vida del comportamiento de las variedades autorradicadas frente a encharcamiento.



En este caso, los resultados ponen de manifiesto que el encharcamiento temporal no tiene efectos graves sobre el contenido de clorofila (las mediciones de SPAD), sugiriendo que los periodos de inundación puntuales afectarían poco a la recuperación de las plantas, en días posteriores. Más específicamente, las variedades Guara y Soleta fueron las que mostraron un mayor nivel de clorofila. No obstante, la recuperación no fue total, ya que, con el avance del ensayo, se registraron niveles de producción de clorofila cada vez menores.

Las medidas de SPAD, a diferencia del ensayo de inundación completa, proporcionaron pequeñas diferencias entre variedades: los contenidos de clorofila más bajos se obtuvieron para las plantas injertadas sobre Mirabolano y los más altos para la variedad Guara. Esta variedad fue, por tanto, la que menos acusó el efecto del encharcamiento intermitente, seguida de las variedades Penta y Avijor. Las plantas de la variedad Vialfas y las plantas con patrón GF677 fueron las que antes acusaron los efectos de la asfixia temporal en el contenido de pigmentos.

Respecto a la transpiración, se apreciaron diferencias entre los periodos de inundación y de recuperación. Al igual que con la clorofila, se observó una tendencia a la baja en la transpiración a medida que avanzaba el ensayo.

Las mencionadas disminuciones en la producción de clorofila y en la transpiración se traducen en términos prácticos, en una reducción de la producción de hidratos de carbono y, por tanto, de la producción final.

### Comportamiento frente a la sequía

Una posible utilización de las variedades autorradicadas es para el cultivo de almendro en secano fresco, por lo que también es de interés conocer el comportamiento de esas variedades frente a la sequía. Para este fin, se planteó un ensayo en maceta y condiciones de cultivo protegido, controlando el riego y evitando aportes externos de agua. Tras un riego inicial, parte de las plantas se mantuvieron en condiciones equivalentes a las del cultivo en secano, sin aporte hídrico salvo cuando se bajaba del 20% de capacidad de campo, comparándolas con plantas mantenidas continuamente a capacidad de campo. La estimación de la humedad se realizó mediante pesado de las macetas.

En término de respuesta frente a la sequía, la variedad Penta fue la que mostró mejor comportamiento, mientras que Soleta y Mirabolano fueron las más sensibles. Para Avijor, Guara y GF677 no se observaron diferencias en los contenidos de clorofila entre plantas en condiciones de secano y de regadío. Vialfas presentó un comportamiento singular, pues fue la única variedad para la que los niveles de clorofila se mantuvieron





**Figura 4.**  
Ensayo de variedades autorradicadas sometidas a ensayo de inundación.



**Figura 5.**  
Ensayo de comportamiento de variedades autorradicadas sometidas a distintos porcentajes de caliza.

constantes tanto en seco como en regadío.

### **Resistencia a la caliza activa**

La caliza activa es un factor limitante del crecimiento y origen de la fisiopatía que más problemas provoca en fruticultura. En suelos sedimentarios, representa uno de los factores clave a considerar en una nueva plantación. Por ello, el objetivo de este cuarto ensayo fue comprobar el comportamiento de las variedades autorradicadas frente a caliza activa. Se preparó un sustrato a partir de turba rubia fertilizada y diferentes concentraciones de carbonato cálcico molido (5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% en volumen), tomando como testigo un sustrato con 100% de turba. Se colocó un plantón por maceta, y en el riego se evitó la escorrentía (**Figura 5**).

Aunque las diferencias entre variedades y entre distintas concentraciones de caliza activa no fueron estadísticamente significativas, se pudo observar que las variedades Avijor y Penta, junto con el patrón Mirabolano, fueron las más sensibles. Otro caso fue el del patrón GF677 y las variedades Guara y Soleta, que fueron las menos afectadas. El nivel de clorosis en hoja fue bajo en todas las variedades estudiadas, pero esta fisiopatía puede estar enmascarada por reservas de crecimiento

anteriores de las plantas.

En un análisis del efecto de la caliza activa a lo largo del tiempo, se pudo observar que los contenidos de clorofila que se mantuvieron más altos fueron los de las variedades GF677 y Guara. Los de Soleta decayeron rápidamente hasta alcanzar niveles similares a los de Penta, Vialfas y Avijor.

Se observó que un contenido de carbonato cálcico de entre un 5% y 10% del volumen del sustrato, no tuvieron efecto alguno sobre las plantas. Para niveles de entre el 15% y el 25%, el contenido de clorofila se fue reduciendo, y, para concentraciones del 30%, sólo las variedades Guara y GF677 mostraron tolerancia.

### **Consideraciones finales**

Los resultados de estos ensayos sobre variedades autorradicadas sugieren un buen comportamiento de todas frente a encharcamiento temporal, siendo la variedad Guara la que mostró una buena tolerancia a la caliza activa, mientras que la variedad Penta resultó ser la más resistente frente a la sequía. No obstante, se hace necesario extender el estudio en términos temporales y en número de plantas para confirmar estas primeras observaciones.

# #reinventamoslossecanos

## El olivar en seto de secano: Una alternativa innovadora, viable, eficiente y rentable

**Juan Vilar Hernández**

Analista agronómico internacional,  
consultor estratégico y profesor permanente de la Universidad de Jaén.



### ANTECEDENTES

En la actualidad de los 150 millones de km cuadrados que suponen los continentes, es decir, excluyendo mares y océanos, tan solo el 30 por ciento, (4.400 millones de hectáreas), son tierras cultivables, mientras que el 10 por ciento, 1.530 millones de hectáreas, se encuentran realmente cultivadas. De las mismas el 77 por ciento es secano, y el 23 por ciento son tierras con disponibilidad de agua. **Es decir más de los 3 cuartos de la disposición de tierras cultivables no disponen de agua en su cultivo.**

El cultivo permanente, es decir, frutales, viñedo, cacao, café, almendro, y olivar, entre otros, suponen de forma conjunta 48 millones de hectáreas, tan solo el 3 por ciento del total de tierras cultivadas en el planeta, y algo más del 1 por ciento de las cultivables. Del total de cultivo permanente plantado en el planeta, casi el 25 por ciento es olivar, 16 por ciento está cubierto de vides, y el 4 por ciento es almendro.



El cultivo permanente mayoritario es el olivo con 11,6 millones de hectáreas de superficie, distribuidas por 64 países de los cinco continentes, ello supone algo más del 0,25 por ciento, del total de tierras cultivadas, y algo menos del 1 por ciento del terreno cultivado efectivamente. **El total de superficie de olivar se distribuye en cultivo de secano más del 71 por ciento, mientras que las tierras que ostentan agua son casi el 30 por ciento.** El número total de explotaciones de olivar distribuidas por todo el planeta es de algo más de 3,5 millones, con una superficie media de 2,3 hectáreas, de las cuales el 87 por ciento se destinan a la elaboración aceite de oliva y el 13 a producir aceituna de mesa.

Por categorías el olivar se distribuye del siguiente modo, casi el 70 por ciento del olivar es tradicional, es decir, una superficie que supera los 8 millones de hectáreas, intensivo alcanza algo más de los 2,6 millones de hectáreas, y **en seto ya superan las 700 mil hectáreas (6% de la superficie total de olivar).**

### LA OLIVICULTURA INTERNACIONAL. SITUACIÓN ACTUAL, RETOS Y ESTRATEGIAS

Durante los últimos 10 años, de forma previa a 2020, se plantaron en el planeta algo más de 1,6 millones de hectáreas de olivar, con lo cual, esto ha conllevado un incremento de la oferta, llegando la producción a suponer un total, de media, de 3,2 millones de toneladas de aceite de oliva, mientras que el consumo, con una evolución algo más lenta, ha tenido otra tendencia, por supuesto positiva, pero en menor medida, de

forma reciente por el efecto precio, en órdenes de 2,8 millones de toneladas, aun cuando a finales de la campaña actual se prevé un equilibrio entre ambas magnitudes, lo que no conseguirá evitar el actual efecto del stock, circunstancia que de forma estructural lastra los precios hasta que se produzca un equilibrio real y manifiesto entre oferta y demanda.

A tenor del contenido de la **tabla 1**, se podrían extraer una serie de conclusiones, en primer término que casi el 40 por ciento del aceite de oliva mundial producido para la campaña 17/18 procede del olivar moderno (intensivo y en seto), mientras que el restante 60 por ciento, se obtiene a partir de la producción del olivar tradicional.

Igualmente se puede apreciar que **de los 11,6 millones de hectáreas que cubren la superficie de olivar del planeta, casi el 30 por ciento se trata de olivar moderno, mientras que, el resto es olivar tradicional, de dicha superficie, 3,5 millones de hectáreas, se trata de olivar tradicional de secano de moderada pendiente**, mientras casi un millón de hectáreas, se trata de olivar de regadío, igualmente de naturaleza tradicional.

Si nos atenemos a la situación actual, en lo referente a competitividad, y teniendo en cuenta la distribución de renta por categorías en función de la cadena de valor, ver **tabla 2, más del 70 por ciento de la superficie mundial de olivar en la actualidad no cubren los costes de producción**, es decir, o dicho de otro modo, **más del 70 por ciento del olivar mundial deja de ser rentable con los actuales precios en origen para el aceite de oliva.** Por lo tanto, más de 8,2 millones de hectáreas de olivar, no son competitivas, y la

TIPOS DE CULTIVO		SETO	INTENSIVO	TRADICIONAL	
COSTE DE PRODUCCIÓN (€)	OLIVICULTURA	Mín.	0,8	1,2	1,9
		Max.	1,3	1,5	2,4
		Media (1)	1,05	1,35	2,15
	OLIVICULTURA	Mín.		0,06	
		Max.		0,1	
		Media (2)		0,08	
	ALMAZARA	Mín.		0,2	
		Max.		0,8	
		Media (3)		0,5	
	DISTRIBUCIÓN	Mín.		0,005	
		Max.		0,4	
		Media (4)		0,2025	
TOTAL (5)	(1+2+3+4)	1,8325	2,1325	2,9325	
INGRESOS (€)	PRECIO	Mín.		1,9	
		Max.		3	
		Media (6)		2,45	
RENTA NETA GLOBAL (€)	(6-5)	0,6175	0,3175	-0,4825	

**Tabla 1 (izquierda).** Categorización de olivar y Producción por categorías de olivar para la campaña 2017/18. Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 2 (inferior).** Distribución de precios, costes y renta neta global para el proceso de elaboración de aceite de oliva a precios de 2019 (€/kg), representa toda la cadena de valor. Fuente: La olivicultura internacional (Vilar, 2019).

DATOS PARA LA CAMPAÑA 2017/18													
CATEGORÍA	INCLINACIÓN	REGIMEN HÍDRICO	PORCENTAJE	SUPERFICIE	PORCENTAJE	SUPERFICIE	FRUTA	% FRUTA POR TIPO	ACEITE	RENDIM. MEDIO	% DE ACEITE POR TIPO	PRODUCTIV. FRUTA POR HA (T)	PRODUCTIV. ACEITE POR HA (T)
TRADICIONAL	PENDIENTE ALTA	Secano	32,87%	3.835.000									
		Regadío	0,43%	50.500	71,10%	8.296.067	9.839.410	55,07%	2.064.876	20,99%	62,30%	1,186	0,249
	PENDIENTE MODERADA	Secano	29,96%	3.495.000									
		Regadío	7,85%	915.567									
INTENSIVO													
INTENSIVO	PENDIENTE MODERADA	Secano	3,53%	412.000	22,85%	2.266.439	6.059.756	33,92%	984.561	16,25%	29,70%	2,273	0,369
		Regadío	19,32%	2.254.439									
SETO	PENDIENTE MODERADA	Secano	0,03%	3.200	6,04%	704.881	1.969.979	11,01%	265.047	13,47%	8,00%	2,791	0,376
		Regadío	6,01%	701.681									
<b>TOTAL</b>			<b>100%</b>	<b>11.667.388</b>	<b>100%</b>	<b>11.667.388</b>	<b>17.866.147</b>	<b>100%</b>	<b>3.314.484</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>1,531</b>	<b>0,284</b>
<b>RENDIMIENTO MEDIO: 0,185517575</b>													





producción de aceite de oliva manifestada por los mismos, es decir, algo más de 2 millones de toneladas de aceite de oliva producido, casi los 2/3, se elaboran con unos costes de producción que en todo caso superan las cotizaciones en origen del producto.

Conjugando los datos de ambas tablas, se pone de manifiesto, que de acuerdo con las cotizaciones actuales manifestadas en origen, casi 1,5 billones de euros son las pérdidas medias que por campaña proceden de la actividad de producción del olivar tradicional o extensivo mundial, cuando estas son las cotizaciones en origen.

### **ESTRATEGIAS DE DIFERENCIACIÓN Y OPTIMIZACIÓN PRODUCTIVA**

Ante tal situación se hace necesario, diseñar, desarrollar, y poner en aplicación una serie de estrategias que potencien la optimización de la olivicultura internacional, de forma especial, refiriéndonos a la explotación tradicional.

En cuanto a las distintas posibilidades, dichas herramientas o estrategias se agrupan en dos familias, por un lado, generación de valor añadido vía diferenciación, es decir, mediante la aplicación de medidas orientadas a la singularización del producto que genere una mayor fidelización del consumidor y que se traduzca en un mayor margen por parte del productor, como ejemplo de dichas estrategias, tendríamos la producción de aceites ecológicos, bioregenerativos, biodinámicos, emotivos, heroicos, o éticos, entre otros, en todo caso, los costes de producción serían los propios de su categoría productiva, pero no obstante la rentabilidad de dicha actividad procede de una especialización diferenciada que genera un margen adicional por el especial precio manifestado por el cliente o usuario en la elección del mismo. Dicho recorrido suele ser duro y tortuoso, pero en el medio y largo plazo suele, aunque no siempre, tener sus efectos positivos. Se ha de tener en cuenta que **el olivar ecológico supone ya más de 870 mil hectáreas de cultivo a nivel internacional, es decir, es del orden del 7,6 por ciento del total de superficie olivarera del planeta.**

Por otro lado, **existen alternativas de modernización, cuyo objeto consiste en incrementar en cierta medida la productividad, y a la vez, mediante mecanización, tratar de reducir los costes de la explotación,** generalmente más elevados, en la olivicultura, estamos hablando de la recolección.

Casi el 30 por ciento del total de la superficie de olivar mundial corresponde a olivar moderno, fundamentalmente intensivo y en seto, teniendo en cuenta, que salvo excepciones, como es el caso de la olivicultura en Catamarca, en algunas áreas de Israel, o en ciertas zonas de Australia por el coste del agua o la energía eléctrica, toda ellas son rentables, aun en situaciones de precios como las actuales.

También son estrategias de reducción de costes, la integración vertical, horizontal, agrupación de oferta, cooperación, cultivo compartido, y cultivo asistido, entre otros.

No obstante se ha de poner de manifiesto, que la combinación entre medidas o estrategias de incremento de valor añadido diferenciado, con las de reducción de costes generan efectos especialmente beneficiosos en la renta neta del agricultor.

Pero volviendo a la modernización de la olivicultura, esta se está produciendo en dos vías distintas, por un lado se está transformando olivar tradicional en olivar intensivo, o en seto, olivar intensivo en olivar en seto, y por otro lado, tierras cultivadas de cereal, oleaginosas, u otros cultivos no permanentes, en olivar en seto e intensivo fundamentalmente.

No obstante existen una serie de limitaciones, especialmente para la transformación de olivar tradicional, en olivar en seto, el que mayor rango de mecanización ostenta, y por consiguiente menores costes de recolección genera con sus condescendiente aportación a la generación de renta, igualmente el nivel de productividad suele ser superior, lo que sin duda potencia el resultado de la cosecha de forma positiva. Las limitaciones fundamentales de las que hablábamos, son el tamaño de la explotación, la orografía, la edafología, composición de la tierra, y, la disponibilidad de agua.

Y como se ha puesto de manifiesto anteriormente,



(tabla 1), del olivar tradicional transformable en el mundo, 3,5 millones de hectáreas, casi el 30 por ciento de superficie, es de secano, con una explotación media de 2,3 hectáreas, aunque con pendiente media o tolerable para su transformación. Pues el resto de olivar tradicional de regadío y pendiente baja, es plenamente transformable, y el de montaña o pendiente elevada deja de poder optar por estas alternativas siendo más indicadas las de potenciación de valor añadido, es decir, de diferenciación y singularización, analizadas y vistas anteriormente.

Volviendo al **olivar tradicional de pendiente moderada y en secano, siempre y cuando existan unas precipitaciones moderadas**, las cuales se dan en toda la zona mediterránea, **cuenta con una alternativa de transformación especialmente adecuada, y en la cual ya se tiene cierta experiencia, pues existen del orden de 3.200 hectáreas ya plantadas en esta categoría, se trata del olivar en seto y en secano, suponiendo ya el 0,03 por ciento de la superficie mundial de olivar**, no obstante igualmente existe la categoría de olivar intensivo en secano, con 412 mil hectáreas. Pero el nivel de competitividad del primero, vía mecanización e incremento productivo, superan a los del segundo, que por supuesto podría servir igualmente como alternativa adecuada de mayor rango competitivo que el olivar tradicional.

Según la experiencia existente en este tipo de cultivo, se ha de recordar que se cuentan ya con 3.200 hectáreas plantadas y en plena producción, sería idóneo en fincas de 5, 10, 15 hectáreas, y de ahí en adelante, luego el tamaño, resultaría adecuado desde 5 hectáreas, aunque si es mayor se optimiza la explotación de la finca, no es necesaria la disponibilidad de agua, y el número de olivos plantados suele oscilar de entre 2.125 y 3.300, es decir, el marqueo sería de 3 o 3,5 por 1 o 1,35, se persigue incrementar la superficie vegetal, subiendo la altura hasta los 2,6 o 2,7 metros, y reduciendo la anchura a no más de 60 cm. Esto nos crea un tabique vegetal, plenamente apto para producir aceituna evitando la vecería y no teniendo exceso de ramaje interno. Simplemente superficie

productiva. **Las producciones medias de este tipo de cultivo rondan los 6.500 kg de aceituna de media** desde el tercer año, **ello con unos costes** más que conocidos por todos de **un euro por la producción de un kg de aceite, y teniendo en cuenta que el rendimiento graso en este tipo de olivares es algo superior que en seto con regadío, arrojan medias sostenibles de producción de aceite de 1.300 kg por campaña**, y hectárea lo que traducido a las actuales cotizaciones en origen, las cuales no son las mejores, se transformarían en rentas medias netas de 1.830 euros por hectárea, desde el tercer año en adelante, teniendo en cuenta las actuales cotizaciones, en escenarios superiores dichas rentas evolucionarían de forma positiva, en función de los precios.

### CONCLUSIONES

De acuerdo con el escenario actual de la agricultura internacional, en donde los recursos más necesarios los suponen la tierra, y sobre todo el agua, y teniendo en cuenta que el tamaño de las explotaciones de media suponen de forma exclusiva los 2,3 hectáreas, todo ello sometido a una situación de bajos precios en origen cíclicos, pero estructurales, y dado que en el ámbito de la olivicultura, la modernización resulta ser una estrategia de optimización productiva que incrementa la renta de los olivicultores vía mejora de la eficiencia, y teniendo en cuenta que ya existen en el planeta 2.300 hectáreas de olivar en seto y en secano, y en función de los 3,5 millones de hectáreas existentes de olivar tradicional con una pendiente adecuada de transformación, lo que supone el 30 por ciento del olivar mundial, pero con ausencia de agua, y dado que desde el tercer año, y de acuerdo con los datos obtenidos de diversas explotaciones que están siendo gestionadas fundamentalmente en España, la renta neta obtenida es de 1.800 euros netos, por hectárea, dicha estrategia se convierte en una alternativa especialmente adecuada, probada y constatada, a considerar como modo de potenciar la renta de los olivares de secano tradicionales que engrosan esos 3,5 millones de hectáreas es decir, el 30 por ciento de la olivicultura internacional.



**#reinventamoslossecanos**

# Balance hídrico del olivar en secano

**Xavier Rius**

Responsable técnico de AGROMILLORA GROUP



**Foto 1.**  
Plantación de arbozana de 8 años.



**Foto 2.**  
Perfil de suelo para determinar la reserva de agua.



## Requerimientos edafoclimaticos

### Introducción

El olivo es un árbol rústico, muy resistente a la sequía, tolerante a la salinidad, resistente a suelos calizos, pocos fértiles y superficiales y que admite un clima semiárido. En estas condiciones tiene una producción baja y alternante. En casos de extrema sequía se induce la producción de flores masculinas afectando seriamente a la producción.

Es una planta necesitada de luz, de forma que una deficiencia de ésta reduce la formación de flores o induce que éstas no sean viables, debido a la insuficiencia de asimilados en la axila de las hojas.

Por el contrario, cuando el olivo se cultiva en suelos fértiles, dispone de la pluviometría necesaria y se regula la vegetación, se reduce la vecería y aumenta la producción.

En el cultivo de secano con pluviometrías entre 400 y 600 mm y si las precipitaciones se reparten entre la floración (abril y mayo) y la maduración del fruto (noviembre), se pueden obtener cosechas entre 4 a 7 toneladas de aceitunas por hectárea, equivalente en muchas plantaciones a 800-1100 kg aceite por hectárea. Este régimen de lluvias garantizará un buen crecimiento vegetativo, que proporcionará un buen potencial productivo para el año siguiente.

### Suelo, agua y clima

Cuando no hay riego para suministrar el agua en los

momentos críticos el olivo depende de la reserva de agua del suelo. Esta reserva vendrá determinada por la capacidad de acumulación del suelo, que es directamente proporcional a la profundidad radicular, textura y estructura del suelo, al contenido de materia orgánica y al contenido de elementos gruesos (foto 2).

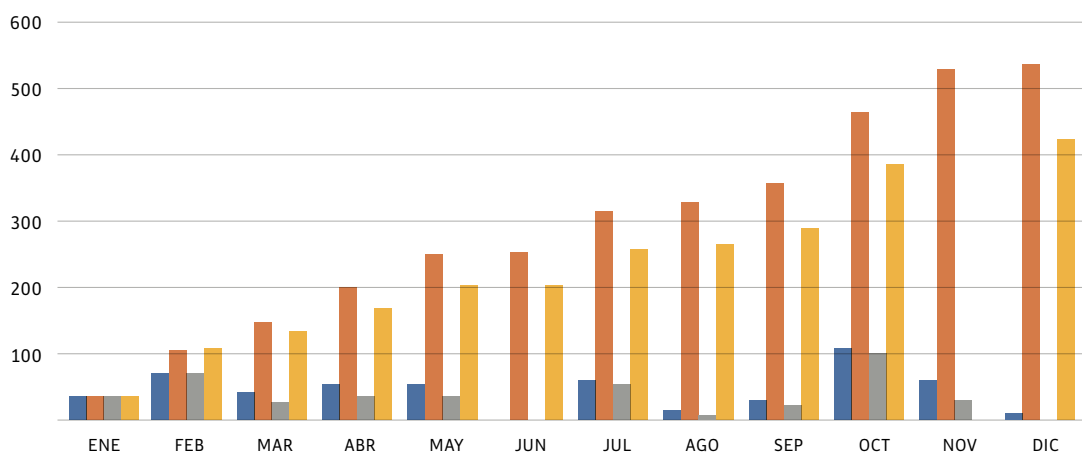
Todos estos factores actúan directamente de una forma individual y al mismo tiempo como parte de un sumatorio.

La disponibilidad de agua para la planta en un momento dado vendrá determinada por la lluvia efectiva acumulada durante el año y la evapotranspiración del cultivo, estos dos factores van a determinar, la cantidad de agua disponible en el suelo a lo largo del año y el momento de dicha disponibilidad, siendo posible establecer un balance hídrico teórico mensual o semanal. La diferencia entre lluvia y lluvia efectiva se determina en función de la cantidad de precipitación;

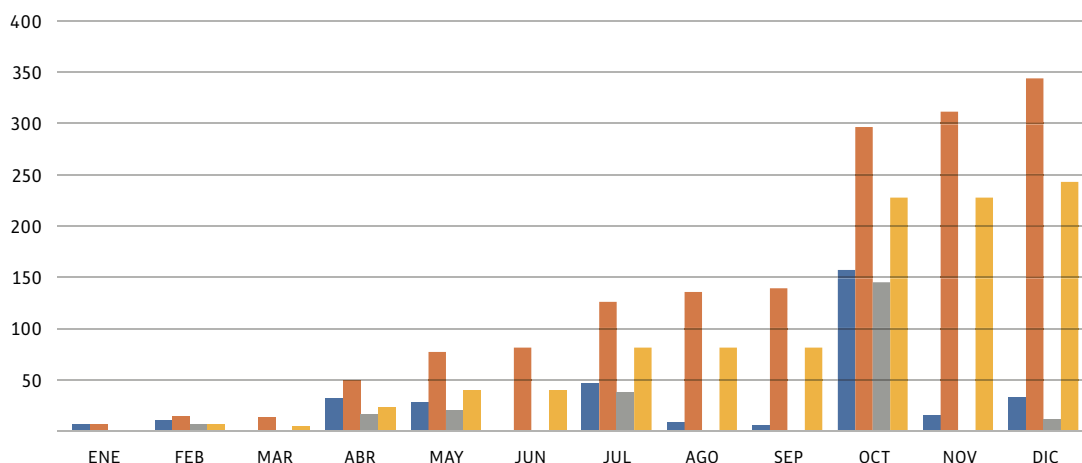
- Se considera 0 mm lluvia efectiva si la lluvia es menor de 7 mm,
- el 50 % si la lluvia es entre 7 y 12 mm
- el 100 % si la lluvia es superior a 12 mm.

Las **gráficas 1 y 2** indican la distribución y las diferencias entre lluvia total y lluvia efectiva durante 2018 y 2019 en Lleida.

La cantidad y momento de la lluvia es un factor poco previsible y fuera de nuestro control, la

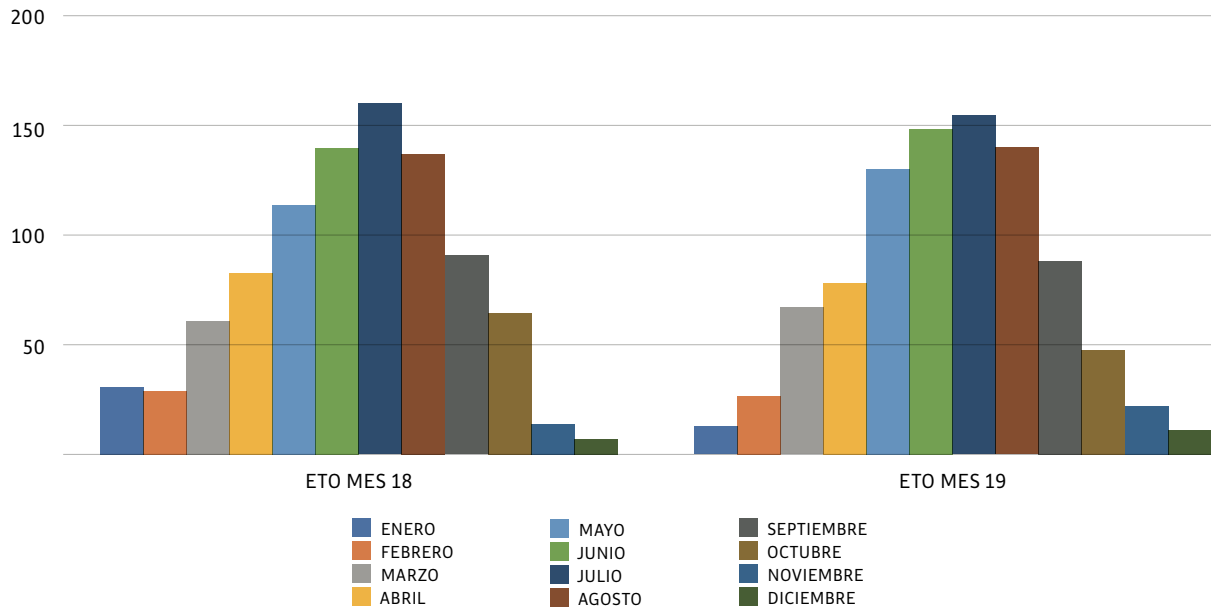


**Gráfica 1.**  
Lluvia en Lleida 2018  
(mm).



**Gráfica 2.**  
Lluvia en Lleida 2019  
(mm).

Gráfica 3. Valores mensuales Eto (mm) para 2018 y 2019 en Lleida.



distribución y la cantidad anual varía anualmente, algunos años por encima o por debajo de la media estadística de cada zona.

Se deben analizar los datos meteorológicos disponibles para la zona concreta de la plantación, en muchos casos dispondremos de los valores medios de las precipitaciones, pero es importante conocer también los máximos y los mínimos, por ejemplo la precipitación media puede ser de 500 mm, pero pueden existir años con más de 800 mm y años con sólo 200 mm. En el ejemplo anterior en el 2018 la precipitación total fue de 542 mm y la efectiva de 426 mm, es decir, solamente un 79% de la lluvia fue efectiva. Por el contrario en el 2019 los valores fueron 347 mm y 243 mm respectivamente, con un 70% de lluvia efectiva de la total. Entre los años 2018 y 2019, se observa una diferencia del 37 % respecto a la lluvia total y del 43% respecto a la lluvia efectiva.

Cuando no se alcanzan las precipitaciones mínimas necesarias el olivo se adapta a los ciclos de sequía, pero evidentemente la producción estará afectada, sobretudo si esto ocurre en los momentos fisiológicos donde el olivo es más sensible. Por este motivo es de suma

importancia conocer no solamente la cantidad final de lluvia efectiva sino también los momentos en que es más probable que estos eventos se produzcan.

La evapotranspiración depende de la demanda evaporativa del ambiente, determinada por factores climáticos: radiación solar, viento, humedad y temperatura del aire. De estos, la radiación solar es el elemento de mayor importancia en la demanda evaporativa de la atmósfera y consecuentemente de la evapotranspiración. La intensidad de evapotranspiración depende del régimen de humedad del suelo, el estado de crecimiento de los olivos y de las condiciones climáticas. La **evapotranspiración potencial (Eto)** es la pérdida de humedad que sufre el suelo por evaporación, más la pérdida de agua por transpiración del olivar en condiciones de cobertura ideales. Los datos para calcular la Eto se obtienen de datos climáticos provenientes de redes de estaciones meteorológicas locales o en la propia finca.

Conociendo los datos climáticos de la zona, a través de la fórmula Penman Monthei se pueden calcular los valores de Eto, existen programas informáticos disponibles en [www.fao.com](http://www.fao.com) que





permiten calcular dichos valores fácilmente, los valores de  $E_{to}$  serán corregidos en función del coeficiente de cultivo  $K_c$ .

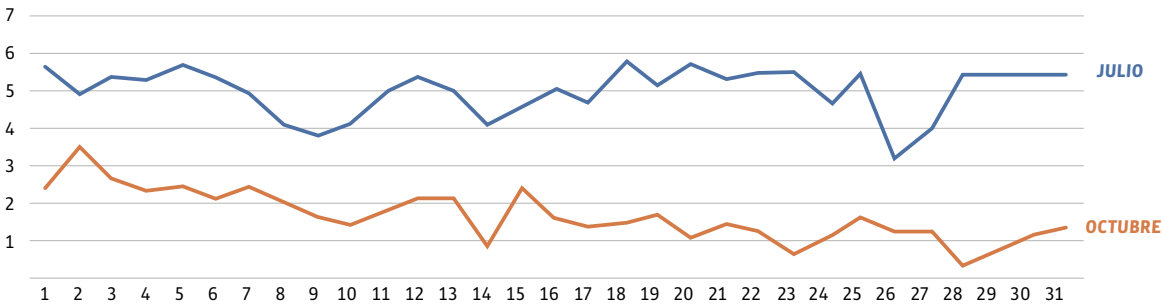
Se observa que los valores son muy parecidos con 933 y 938 mm respectivamente.

En secano hay que tener una buena estrategia del control de la evapotranspiración, siendo un factor clave para el ahorro de la humedad del suelo, sobre el cual se puede influir. Con unas estrategias de manejo adecuadas se consiguen producciones en secano que son interesantes desde el punto de vista de la cantidad y de calidad, obteniendo un aceite de oliva virgen extra.

**Balance hídrico**

El balance hídrico resulta de la diferencia entre la cantidad de agua que se incorpora y la que se pierde en el suelo en un determinado período de tiempo.

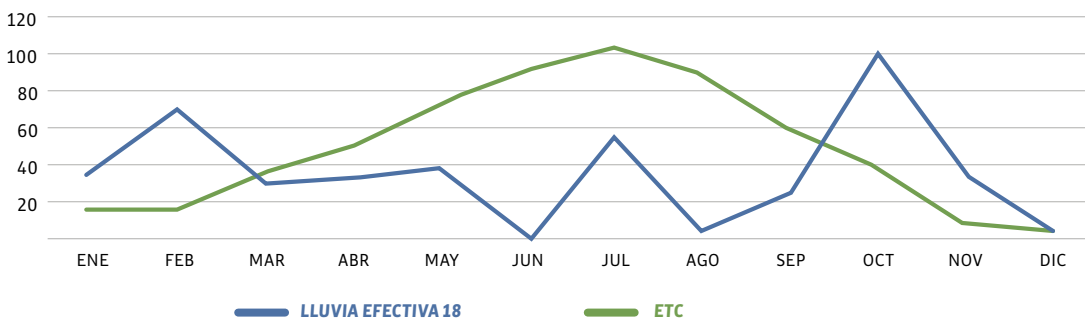
En el cultivo en secano, los principales aportes de agua para las raíces provienen de las precipitaciones y en mucha menor medida y en casos específicos a través de capas freáticas y escorrentías de agua desde zonas más elevadas. Las causas de pérdida de agua, son la evaporación a través de la superficie del suelo, la transpiración del cultivo y en casos puntuales (eventos de lluvias abundantes, superiores a la capacidad de



**Gráfico 3.** Valores mensuales  $E_{to}$  (mm) para 2018 y 2019 en Lleida.

PERIODO FENOLÓGICO				
Parada invernal	Floración	Brotación	Engorde	Cosecha
0,4–0,55	0,60	0,65	0,6	0,60

**Tabla 1.** Coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) del olivo en diferentes estados de desarrollo. (adaptación FAO 33 y Riego y fertilización del olivar (CSIC\_ España).



**Gráfico 5.** Valores de  $E_{to}$  y lluvia efectiva (mm) para el 2018, en Lleida.



acumulación del suelo) a percolación profunda, es decir, el agua que se infiltra por debajo de la zona radicular.

Los procesos de evaporación y transpiración del cultivo son difíciles de cuantificar de manera separada ya que ocurren simultáneamente, por lo que se hace referencia al proceso de evapotranspiración (ET).

El balance hídrico para cada parcela en secano se determina de la siguiente manera:

Cada parcela dispondrá de una caracterización específica del suelo para determinar las propiedades hídricas (permeabilidad, drenaje) y el agua útil (ver mapas de suelos capítulo nº 3). Para calcular el balance hídrico en un momento determinado, al nivel inicial de humedad se resta la evapotranspiración real del cultivo (ETc), es decir la evaporación de agua del suelo y la transpiración real del cultivo y se le suma la cantidad de lluvia efectiva (si ha ocurrido), obteniendo así los resultados de agua útil acumulada en el suelo.

El consumo hídrico diario del olivo se calcula a partir del cálculo de la evapotranspiración real que se obtiene de la siguiente manera:  $ETc = ETo * Kc$ .

La **tabla 1**, es la propuesta por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), sin embargo para determinar con mucha más exactitud dichos coeficientes se pueden buscar correlaciones de específicos Kc a partir de imágenes satelitales que proveen datos de índice verde (NDVI) de cada parcela específica (variedad, año de plantación,

producción anual, vigor, etc.)

El Kc afecta directamente a la ETo y en consecuencia a la cantidad de agua que necesita el olivo, por lo que cuanto más preciso sea el valor que se conoce más exacto será el consumo.

Conocer la humedad del suelo a través del balance hídrico (y corroborada con sensores de la humedad del suelo) durante las diferentes fases del ciclo productivo puede permitir acciones de manejo sobre el cultivo para ajustar las demandas de consumo de agua. Por ejemplo la eliminación total o parcial de las cubiertas vegetales, aplicar diferentes niveles e intensidad de laboreo, incorporación de materia orgánica, intensidad de poda, en definitiva factores de manejo que permiten optimizar la utilización del agua.

En el **gráfico 5**, se observa que en los meses de invierno y otoño (Enero, Febrero, Octubre, Noviembre, Diciembre) la lluvia supera los valores de ETc, mientras que en los meses de Marzo, Abril y Mayo, aunque la situación es a la inversa, la reserva hídrica del suelo es capaz de compensar la diferencia entre la Etc y la pluviometría por lo que el olivo no está en déficit hídrico. La reserva de agua en el suelo es un reservorio que absorbe la diferencia entre la ETc y la PE que se produce en los meses secos.

En los meses de junio, julio, agosto, setiembre, la reserva hídrica se ha agotado, la ETc supera a la pluviometría y el olivo está en estrés hídrico.

**Tabla 2.**  
Balance hídrico en un suelo con una reserva de 100 mm, en la zona climática de Lleida.

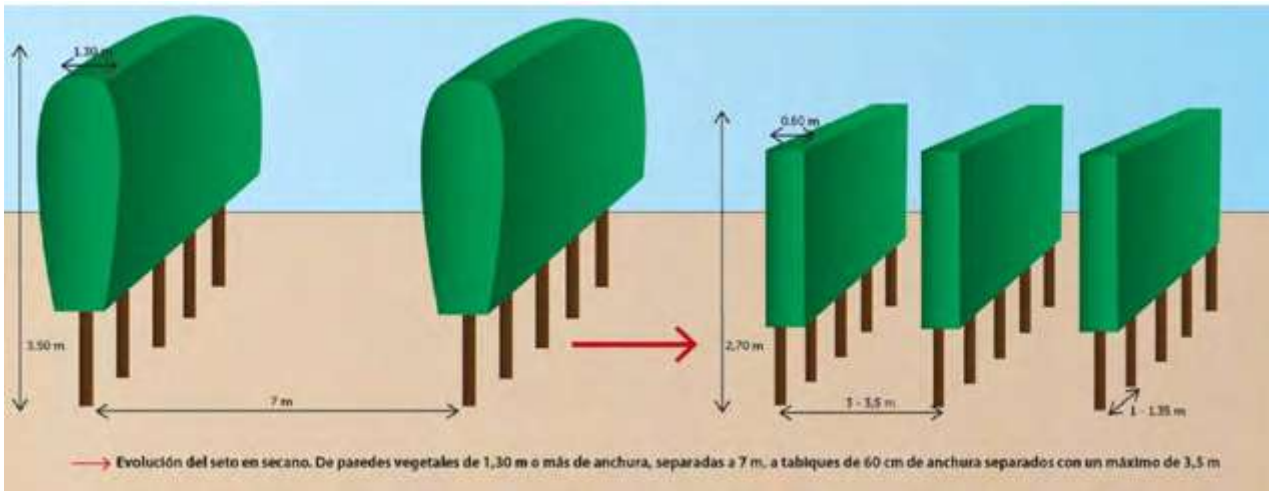
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>LL efec</b>	35	70	30	33	38	0	54	5	25	98	32	6
<b>Eto mes</b>	32	31	62	83	114	140	159	136	91	65	15	10
<b>Kc</b>	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5
<b>Etc</b>	16	16	37	50	74	91	103	89	59	39	9	5
<b>LL ef-Etc</b>	19	54	-7	-17	-36	-91	-50	-84	-34	59	23	1
<b>Reserva</b>	100	100	93	76	40	-51	-101	-185	-219	-160	-136	-135
<b>D</b>	19	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla 3.**  
Tipos de suelos de diferentes áreas olivícolas, con profundidad efectiva y capacidad de almacenamiento de agua, con umbral de riego del 75 %.

TIPOS DE SUELO	PROFUNDIDAD EFECTIVA (M)	VOLUMEN DE AGUA A REPONER (M <sup>3</sup> /HA)
Franco bien estructurado	0,70	700
Arcilloso, estructura maciza	0,55	550
Arcillo limoso, cálcico con elementos gruesos	0,35	350
Arenoso, estructura débil granular	0,60	600

**Figura 1.**

Evolución del modelo en seto en seco para aumentar su eficiencia productiva.



**Fotos 2.**

Estructura del árbol, y fructificación de las variedades Arbosana, Oliana y Sikitita.





Ver **tabla 2** para el balance hídrico en función de la reserva hídrica inicial del suelo.

El volumen de suelo considerado depende del sistema radicular, se considera como límite superior de este volumen la superficie del suelo y como límite inferior, la profundidad efectiva del sistema radicular. Si la cantidad de agua que entra en este volumen de suelo en un período de tiempo es mayor que la cantidad de agua que sale habrá reposición hídrica, mientras que si es al contrario habrá una pérdida. En los ejemplos anteriores se observa que en los meses de enero, febrero, se produce un drenaje, pérdida de agua por debajo de las raíces.

El balance (positivo o negativo) del agua en el suelo es obtenido por la variación del almacenamiento del agua del perfil del suelo. La cantidad de agua que entra proviene de la precipitación y la cantidad de agua que sale lo hace por los procesos de drenaje profundo (D), evapotranspiración (ET) y de escorrentía superficial (E). El drenaje profundo, en este caso, representa la pérdida de agua al salir de la zona radicular que es el límite inferior del volumen de suelo considerado. En algunos casos muy concretos, el agua puede entrar a través del límite inferior del suelo por ascenso capilar.

Hay pérdida por drenaje una vez superada la capacidad de acumulación de agua del perfil del suelo. Este agua, una vez pasado el sistema radicular se considera no útil. Es un factor a tener en consideración en el cálculo del balance hídrico, cuando hay eventos de lluvias abundantes, será necesario conocer en cada caso

dicha capacidad de retención del suelo. Por ejemplo, una lluvia de 75 mm en un suelo que en el momento del evento de lluvia dispone de 15 mm de agua acumulada y su capacidad calculada es de 65 mm, se rellenará el perfil del suelo hasta capacidad de campo y el resto (25 mm) se perderán por drenaje.

La estrategia de manejo de la humedad del suelo, "deficitaria ideal" sería que durante los meses de máxima demanda, el déficit de agua sea compensado mediante la extracción del agua almacenada en el suelo durante la estación lluviosa (reserva).

El suelo actúa como un depósito en el que se almacena agua, aunque no toda la existente está a disposición del cultivo. La máxima cantidad de agua que la planta tiene a su disposición en el suelo es la diferencia entre la que existe a capacidad de campo (potencial hídrico de  $-1/3$  bar) y la cantidad de agua cuando el suelo está al 75 % del punto de marchitez permanente ( $-15$  bares). En la tabla nº 3 del capítulo de suelos, se indican los diferentes niveles de retención de agua en función de la textura y potencial hídrico. Para una textura franco arcillosa y un metro de profundidad los diferentes milímetros de acumulación de agua son.

### **Manejo de las plantaciones**

#### **Variedades**

En primer lugar, la oportunidad que supone la introducción de nuevas variedades, que se adaptan mejor al sistema, más productivas y eficientes (producción/sección de tronco) como Arbosana,



Oliana y Sikitita (**foto 3**). Su reducido vigor y elevada producción maximizan la productividad por metro lineal de seto, es decir, y en pocas palabras, a igualdad de dimensiones, de seto producen más con la misma cantidad de agua

Especialmente interesante resulta el caso de la Arbosana, cuya maduración tardía permite aprovechar las lluvias otoñales y recuperar las posibles deficiencias de los meses de verano.

La existencia de nuevas variedades provenientes de los cruces de hibridación de los programas de mejora genética, abren nuevas oportunidades al desarrollo de este tipo de plantaciones.

#### **OAC 9805-01 - Arbosana x Koroneiki**

Precoz entrada en producción

Ramificación abierta y abundante

Medio Vigor.- Similar a Arbequina

Productividad muy elevada.- No alternancia

Tolerante al frío

Tolerante a sequía.- adaptada a secanos

Rendimiento graso

19% - 20% aceite / IM: 1,5 – 2,4

45% - 51% aceite sms

Aceite muy alto en polifenoles

#### **OAC 9804-07 - Arbosana x Blanqueta de Elvas**

Precoz entrada en producción. 2º verde

Porte erecto y ramificación pendular

Bajo Vigor.- Similar a Arbosana

Maduración precoc.- 5 – 6 días antes que

Arbequina

Producción muy elevada. No alternancia

Resistente al repilo

Exigente en agua y nutrientes

Tamaño de fruto medio.- 1.5 – 2,3 gr

Rendimiento graso

11% -16% aceite / IM: 2,8 – 4

30% - 38% aceite sms

#### **Formación del seto**

En los primeros años, la formación del seto es más o menos rápida en función de la pluviometría, pudiéndose formar el seto en situaciones normales en los 3-4 primeros años. Resaltar la necesidad de ser estrictos en los despuntes laterales para mantener una anchura que vaya aumentando con la altura e ir redirigiendo los crecimientos en altura.

Resulta fundamental el diseño de un seto con dimensiones adecuadas para que sea un seto continuo y productivo en toda superficie y volumen. Este objetivo está íntimamente relacionado con conceptos como iluminación, porosidad del seto, y eficiencia productiva. La selección del marco adecuado según el tipo de suelo, variedad y pluviometría de la zona, determinarán en gran medida la velocidad de formación de este seto y características del mismo. El hecho de mantener setos excesivamente anchos provocan una deficiencia de luz en su interior, favoreciendo la creación de zonas no productivas, debido en la mayoría de los casos a un error de manejo en no realizar las podas laterales anualmente.

En estos casos, hay un gasto de inputs (nutrientes, pesticidas, agua de riego) que son consumidas por partes del seto que no significan un incremento de producción o mejora. Para evitar las pérdidas de estos recursos ya de por sí limitados en el secano, es necesario que los olivicultores reduzcan anualmente la anchura de la vegetación del seto hasta una anchura no superior a los 60-80 centímetros; obteniendo así un "tabique vegetal" (**Figura 1**) perfectamente iluminado y completamente activo tanto desde el punto de vista de producción de aceituna como de renovación de ramas para la producción del año siguiente. La poda mecánica de invierno facilita este equilibrio vegetativo-productivo: a menor potencial de la parcela (menor pluviometría, baja capacidad de retención de agua de los suelos, etc) menor debe ser la anchura de la pared vegetativa.

Sirva de ejemplo la poda que se realiza en otros cultivos de secano como por ejemplo la viña, donde se adapta la carga de yemas dejada por hectárea al potencial productivo de la parcela.

Fases en la formación del seto productivo, las podas laterales y los topings se realizan de forma mecánica manteniendo la anchura de la pared proporcional a la altura.

#### **Conclusiones**

El cultivo del olivo en seto en secanos con pluviometrías entre 400 a 600 mm es una buena alternativa a los cultivos de cereal, la posibilidad de mecanización total desde el momento de la plantación se adaptan a la filosofía de los agricultores cerealistas. La rusticidad del olivo y en zonas de secano, permite un control de las plagas y enfermedades relativamente sencillo con la posibilidad de realizar un cultivo ecológico para obtener un plus en el precio final del aceite.

El manejo del suelo y de la vegetación son herramientas de las que disponemos para controlar la capacidad productiva en función de la disponibilidad hídrica del momento.



# #reinventamoslossecanos

## Experiencias de expertos en el olivar en seto de secoano

Al Oleum (Algosur), Chamba Agraria y Cortijo la Reina son 3 de las empresas que más están apostando por el olivar en seto de secoano en Andalucía en los últimos años.

**AL OLEUM (ALGOSUR),** localizados en Lebrija (Sevilla) y su marca más reconocida es ALGOSUR, grupo familiar dedicado a agricultura y agroindustria (algodón, quinoa, tomate, olivar). En proyecto transformar 6.000 ha de olivar (3.000 de secoano y 3.000 de regadío), actualmente más de 2.000. Aurelio es el director técnico vivo del proyecto, anteriormente responsable de plantaciones en CBH, acumula una experiencia de 9 años en plantaciones de olivar en seto.

**CHAMBRA AGRARIA,** empresa sita en Écija (Sevilla), gestionan 5.500 ha de las cuales 2000 propias (1250 ha de olivar y 750 ha de almendro). Su experiencia con el olivar de secoano en seto hasta ahora es de 400ha, por otro lado tienen otras 800 ha con riego de apoyo de 1000m<sup>3</sup>/ha, y 200 ha con 700m<sup>3</sup>/ha. Brígido Chamba es el fundador de Chamba Agraria con experiencia de décadas transformando explotaciones a leñosos y Andrés Salvador es director técnico con 7 años de experiencia como técnico y agricultor.

**CORTIJO LA REINA,** finca mítica cordobesa caracterizada por estar siempre en vanguardia en la agricultura, ya sean extensivos, hortícolas o leñosos. Ya era una finca modelo en los 60 y hoy día continúa marcando tendencias. Actualmente manejan 40 ha de olivar en seto de secoano con proyecto de seguir ampliando. Juanjo Herrero y José María Cabrera son ingenieros agrónomos y forman parte del equipo técnico



## En los últimos años estamos asistiendo a una transformación de las tierras de calma de secanos desde los cultivos de cereales y oleaginosas hacia los leñosos, ¿a qué se debe esta transformación?

AL OLEUM / ALGOSUR

En mi opinión, la transformación que está experimentando las tierras de cereal a cultivos leñosos viene influenciada por varios factores: Uno de ellos y quizás el más importante es el económico. Los precios de estos cultivos son especialmente bajos, además, es un mercado con enorme oscilaciones en sus precios, lo cual, lleva a incertidumbre y nerviosismo.

Son muchos los años en los que el agricultor deja de ganar dinero o incluso pierde. Tenemos precios bajos de cosecha y sin embargo los gastos aumentan progresivamente año a año.

Otro motivo que considero importante es la buena perspectiva de cultivo que están tomando el olivar y almendro en seto. Cada vez tenemos más experiencia sobre leñosos en secano y los resultados están siendo bastantes optimistas.

El hecho de que sean sistemas mecanizables casi en su totalidad, también considero que es motivo de peso que facilita la decisión del agricultor a cambiar sus cultivos.

La revalorización del patrimonio que se consigue con la transformación de tierras de cereal a olivar o almendro, a veces, es el último empujón que necesita el agricultor.

CHAMBRA AGRARIA

El desencadenante final ha sido la escasa rentabilidad de los tradicionales cultivos extensivos de secano como el trigo o el girasol, donde en la mayoría de los escenarios son insostenibles económicamente sin ayudas PAC. Este hecho junto con el desarrollo de nuevos sistemas de cultivo de leñosos, con producciones medias y buen control de costes gracias a la mecanización, han dado lugar a explotaciones donde la rentabilidad está prácticamente asegurada, de ahí la revolución que se está dando en nuestros secanos.

CORTIJO LA REINA

Creemos que esto se debe sencillamente a los bajos precios de los cereales y oleaginosas, que hacen que nuestros beneficios sean bajos incluso con cosechas récord. Además, tenemos la sensación de que estos precios no van a mejorar en un futuro debido a la globalización. Buscamos alternativas más rentables que puedan suponer unos beneficios más allá de las subvenciones europeas. ¿Hasta cuándo seguiremos recibiendo la PAC? Nuestros beneficios como empresarios no pueden depender de Europa.

**Pensando en olivar, ¿qué características edafoclimáticas mínimas ha de tener una explotación para esperar resultados satisfactorios**

## de rentabilidad de un olivar en seto en secano?

AL OLEUM / ALGOSUR

En el grupo Algosur estamos muy centrados en olivar superintensivo de secano en la zona de Jerez De La Frontera, consideramos que son características de clima y suelos muy adecuados, el verano es fresco y suave con precipitaciones medias a lo largo de todo el año de unos 600 L/m<sup>2</sup>. También tenemos fincas en zonas con climas más duros (temperaturas más extremas y menos precipitaciones) como es el pueblo de Carmona (Sevilla), sin embargo observamos que la evolución del cultivo es bastante adecuada.

Consideramos que el clima es importante, aunque más importante aún es el tipo de suelo. Si tenemos un clima o un año climático muy desfavorable (como el año pasado) pero contamos con una tierra fresca que además no se abran grietas, el árbol sufre mucho menos las inclemencias del clima.

Creo que la elección de una buena finca con un suelo óptimo es lo más importante para que nuestro cultivo de secano sea un éxito.

Si el suelo es menos apropiado, también podemos llevar a éxito el olivar en secano, aunque por el contrario, tendremos que ser mucho más exigente en el manejo.

CHAMBRA AGRARIA

Uno de los factores vitales es el suelo, debe mantener bien la humedad, que aparezcan pocas grietas en verano para perder el mínimo de agua posible. Se denominan secanos "frescales" y un buen ejemplo de ellos son las típicas albarizas de la zona de Jerez de Fra. donde además cuentan con una climatología ideal, con humedades relativas media-altas durante todo el año gracias a la cercanía del mar, temperaturas más suaves que en Córdoba o Sevilla y una pluviometría aceptable.

CORTIJO LA REINA

Desde el punto de vista edafológico, se necesitan suelos profundos con capacidad de retención de agua. Y desde un punto de vista climático, lo más importante es tener una buena pluviometría en primavera y unas temperaturas suaves sin grandes incidencias de heladas en invierno.

## ¿Qué rentabilidad están obteniendo actualmente en los cereales y oleaginosas de secano?

AL OLEUM / ALGOSUR

Sin contar con los derechos de PAC, y dependiendo de las características edafoclimáticas se podrían obtener entre 150-300 €/ha de trigo y 120-250 €/ha de girasol.

Habría que quitar 45 €/ha debido al coste del seguro, en mi opinión, cada vez más recomendable por la inestabilidad climática y de mercados.

CHAMBRA AGRARIA

Un trigo duro por ejemplo puede rondar los 240€/ha en origen, y unos costes superiores a 600€/ha. Es decir, necesitamos prácticamente los primeros 3000 kg/ha para cubrir costes, a partir de esas producciones empezariamos realmente a hablar de beneficios. Es un techo alto, sobre todo en circunstancias de sequía y suelos pobres. Al lado de estos cultivos el olivar en seto de secano da una rentabilidad mucho mayor, por otro lado este otoño haremos 30ha de almendro en seto en secano con autoenraizado para explorar esta otra vía de rentabilidad que pinta muy bien.

CORTIJO LA REINA

Debido a los precios actuales y a los niveles de producción de nuestros secanos, el objetivo principal es que con el valor de la cosecha paguemos los gastos y nos quede íntegramente la subvención de la PAC. A día de hoy, este objetivo muchos años no lo conseguimos

## ¿Nos puede dar unas cifras aproximadas de la rentabilidad que se puede esperar de un olivar en seto en secano? (inversión/ha, costes/ha, producción aceite/ha)

AL OLEUM / ALGOSUR

El obstáculo mayor del olivar en seto en secano es la inversión necesaria para llevar a nuestro árbol a producción, pasando lógicamente, por el gasto de plantación.

En números gruesos, a un agricultor medio le puede salir la inversión en torno a 3.000 – 4.000 €/ha, dependiendo de calidades en los materiales y marcos de plantación.

Otro coste a tener en cuenta son los tres primeros años en los cuales no se obtiene beneficio alguno, pero si se gasta. Estos costes serían cercanos a 1.000€/ha sin superar nunca esta suma.

El resultado aproximado de la inversión es de entre 6.000 y 7.000 €/ha para llevar nuestras tierras a producción.

Los costes de cultivo una vez entramos en producción son de unos 1.200 €/ha (incluyendo recolección, abonados, tratamientos, labores...).

En cuanto a beneficios afectan dos factores principalmente: el clima, que afecta a la producción y rendimiento, y el precio del aceite.

A la hora de hacer un estudio económico me gusta ser bastante pesimista tanto en producción como en precio, así que, unos números muy conservadores pueden ser:

- 6.000 kg de aceituna/ha.
- 16,5 % de rendimiento (20 % - 3,5 de maquila).
- 2 €/kg aceite.

Con estos números estamos en 780€ de beneficio por ha y año. Si amortizamos la inversión inicial en 25 años, el beneficio sería de 500 € por ha y por año. Si lo comparamos



con los números del cereal expuestos en la pregunta anterior y teniendo en cuenta que son números muy mejorables, estamos ante un cultivo mucho más rentable. No hay duda.

#### CHAMBRA AGRARIA

La inversión inicial no debe superar los 4000-5000 €/ha, sobre todo con los nuevos sistemas como es smarttree donde abaratamos la instalación y manejamos el cultivo con una mecanización casi total.

Cuando hablamos de fincas en propiedad, nosotros valoramos la amortización como una plusvalía de nuestra tierra, ya que el valor final de una finca ya transformada suele ser mayor que la suma del precio de la tierra + coste de transformación.

Respecto a los costes de producción, podemos y debemos rondar el 1€ para producir 1kg de AOVE. Hablando de producciones cercanas o superiores a 1000kg aceite/ha, el recorrido es largo, con rentabilidades considerables incluso en escenarios de precios bajos, como el momento actual.

Además podemos sumar valor añadido a nuestro producto adaptando el olivar en seto al secano ecológico.

Si a todo esto añadimos la aparición de nuevas variedades que se adapten a este sistema, y que dan aceites interesantes con demanda en el mercado, hacen que el horizonte del olivar en seto en secano sea muy atractivo, en este sentido este año plantaremos unas 150ha de lecciana, buscando aceites que se puedan valorar más en el mercado.

#### CORTIJO LA REINA

Aquí nuestro objetivo es producir aceite a un precio inferior a 1,5€/kg (incluyendo gastos de cultivo y amortización) y esperar que el precio de mercado esté "muy por encima" de nuestro coste de producción.

### ¿Cómo es la variedad ideal para el secano (eficiencia, adaptabilidad secano, vigor,...)?

#### ALOLEUM / ALGOSUR

Desde mi humilde opinión creo que deberían ser variedades de poco porte, que sea capaz de producir mucho con poco brote del año anterior, tener un sistema radicular profundo y por último, que tiendan a lignificar poco.

Esta variedad ideal aún no existe, pero me consta que se está trabajando en este sentido. Mientras tanto, contamos con variedades como Arbosana, Arbequina o Lecciana que se adaptan bien a este sistema de cultivo.

#### CHAMBRA AGRARIA

Todas las variedades tienen pros y contras. En los últimos tiempos se está trabajando en el desarrollo de nuevas variedades para seto, poco vigorosas, compactas, donde no precisamos de altos volúmenes de copa para

tener muchos frutos, tenemos que buscar una buena relación fruta/volumen de copa

Una variedad que se adapta muy bien al sistema es arbosana, necesita poca longitud de los brotes del año anterior para tener muchos frutos, concentrando las aceitunas, y al ser una variedad tardía que retrasa el envero más que otras, si tenemos la suerte de tener un otoño temprano podemos tener lluvias durante la lipogénesis, mejorando la cantidad de aceite producida. Este pasado 2019 hemos podido ver como la arbosana continuaba verde/ amarillenta cuando otras como arbequina habían tenido un envero poco habitual, prematuro, que sucede en situaciones de estrés hídrico. Una vez la aceituna está morada, dejamos de acumular ácidos grasos.

#### CORTIJO LA REINA

Nosotros tenemos tres variedades en nuestras plantaciones: Arbosana, Arbequina y Koroneiki. De nuestros años de experiencia podemos decir que Arbequina es la variedad que más nos ha gustado, debido a su buen comportamiento y resistencia frente a la sequía y a situaciones de estrés.

### ¿Qué marcos de plantación son los que están adoptando en sus explotaciones?, ¿con qué razonamiento?

#### ALOLEUM / ALGOSUR

En el olivar superintensivo tenemos una cosa bastante clara y es válido tanto en secano como en riego. El seto tiene que ser muy estrecho, es erróneo pensar que a mayor anchura de seto mayor producción. Si cometemos el fallo de tener setos anchos, dentro no tendremos aceitunas, éstas se encontrarán en la parte más soleada, es decir, en el perímetro del árbol. De este modo no seremos eficientes a la hora de producir y necesitaremos más agua y nutrientes para los mismos kg de aceitunas, por tanto, tengo que ir a setos muy estrechos y la única forma de ser productivos es metiendo muchos metros lineales de seto por ha.

Además, cada vez tenemos más claro que varios árboles pequeños son más eficientes produciendo que uno grande, sobre todo cuando estamos hablando de escasez de agua.

La distancia entre líneas que estamos utilizando en Algosur son 3,75 m y la distancia entre árboles 1,2-1,35 m.

#### CHAMBRA AGRARIA

Estamos en densidades de unas 2000 plantas / ha, nuestra idea es limitar considerablemente la dimensión de los setos con podas severas y el control de la fertilización. Buscamos no tener zonas improductivas en nuestra pared de olivos, lo que llamamos tener un seto EFICIENTE. Con volúmenes de 3500-4000m3 copa/ha podemos llegar a producciones cercanas a 7-8 TON/ha o más, lo que a un rendimiento industrial normal se traduce en unos 1.200-1.200 kg aceite/ha.

#### CORTIJO LA REINA

Tenemos diversidad de marcos, que van de 6x2 a 5x1,5. Elegimos estos marcos pensando que se adaptarán mejor a nuestros tipos de suelo y escasez de precipitaciones. Sin embargo, estamos viendo en agricultores cercanos, marcos más intensificados (4x1,5) que con un buen manejo de poda obtienen buenos resultados.

### En cuanto al manejo del seto, ¿qué diferencias entienden a la hora de gestionar el volumen de seto en un regadío y un secano?

#### ALOLEUM / ALGOSUR

Desde Algosur entendemos que el olivar en secano será menos productivo que el de regadío, por lo tanto, necesitaremos un volumen de copa menor para llevarlo a su máxima eficacia. El objetivo es conseguir poca madera lignificada y menos altura que en regadío. Esto se consigue con poca distancia entre árboles para que la competencia entre ellos evite tramos largos de ramas, poca distancia entre líneas y podas continuas.

Producir 6.000 kg de aceitunas por ha con 2.000 árboles por ha significa que cada árbol tendría que aportar 3 kg. Esta es una cantidad inferior a la que tendría que dar con marcos y volúmenes más amplios, por lo cual, estamos consiguiendo una producción aceptable sin estresar en demasía al árbol y como resultado obtendríamos medias constantes todos los años.

Por el contrario, si intento tener árboles de porte mayor tenemos que gastar recursos en mantener una estructura grande y estaríamos bajando nuestro nivel de eficiencia productiva.

#### CHAMBRA AGRARIA

Si en regadío manejamos volúmenes de copa/ha de unos 6.000 m3, como decíamos en el apartado anterior en el secano debemos minimizar dicho volumen. Y debemos estar preparados en periodos de años secos hacer podas fuertes para disminuir la evapotranspiración. Si en regadío producimos 3 kg aceitunas/m3 de vegetación, en secano debemos obtener los 2 kg/m3, que aplicados a los volúmenes barajados, suponen producciones económicamente hablando muy interesantes

#### CORTIJO LA REINA

En primer lugar, entendemos que el manejo de poda de un olivar de secano es completamente distinto al de un olivar de regadío. En un olivar de secano debemos buscar el volumen de copa óptimo para la pluviometría de ese año. Este volumen óptimo se obtiene con una buena estrategia de poda: podar afectando lo mínimo a la cosecha del año pero mirando por permitir un desarrollo holgado de los brotes de cara a la cosecha del próximo año.

# ¿Altísima densidad o altísima sostenibilidad?

**Dr Salvatore Camposeo**

Profesor Asociado del Departamento de Arboricultura general  
Università degli Studi di Bari ALDO MORO (Italia)





### Introducción

El **sistema olivícola superintensivo** es, en la actualidad, la única forma de cultivar el olivo que permite producir aceite virgen extra reduciendo los costes de producción muy por debajo del precio al por mayor y representa el fruto del know-how internacional, científico y tecnológico, en el ámbito de la olivicultura.

El sistema superintensivo está complementando los sistemas tradicionales e intensivos en los países de antiguo cultivo como Italia y España, llevando una brisa fresca que aporta novedad a un sector productivo enjaulado y afligido y, sobre todo, márgenes de ingreso significativos a los empresarios oleícolas. Precios del virgen extra al por mayor superiores a 5-6 euros/kg han durado un abrir y cerrar de ojos, como era de esperar, y ahora las cotizaciones han vuelto a los niveles de 3-4 euros/kg como máximo en Italia.

**La investigación internacional** ya ha validado la sostenibilidad agronómica y económica de las plantaciones superintensivas. Al igual que las demás especies arbóreas de fruto, la gestión del cultivo del olivar (de cualquier olivar) requiere una preparación técnica y experiencia profesional, adaptada al entorno agrícola.

La investigación está dando buenos resultados y en un corto plazo, incluso en lo que respecta a la **sostenibilidad ecológica de los olivares superintensivos**, conocidos también como “de altísima densidad”. La presente nota ilustra y evidencia algunos aspectos cruciales relativos a la sostenibilidad ambiental de las plantaciones olivícolas superintensivas.

Existen evidencias científicas y experiencias de campo directas que responden a algunos interrogantes movidos por dudas legítimas, pero también a acusaciones injustificadas que, en ocasiones, son fruto de un enfoque ideológico obtuso o interesado, afortunadamente cada vez menos común.

### Resultados experimentales

**Nuestra experimentación**, que cumple ya casi veinte años, ha demostrado que un cultivo olivícola superintensivo requiere aportaciones agronómicas idénticas a las de cualquier otro olivar común de la misma zona, del mismo nivel de producción, y que su gestión implica el conocimiento y aplicación del Código de Buenas Prácticas Agrícolas establecido en el D.M. del 19 de abril de 1999 (publicado en el Diario Oficial de la República Italiana nº 102 S.O. nº 86 del 4 de mayo de 1999) y de los Reglamentos de Producción Integrada que las Regiones actualizan anualmente y publican en las respectivas páginas web institucionales.

### La gestión de los olivares superintensivos

Los **volúmenes estacionales de riego** varían notoriamente con la evolución termo-pluviométrica anual y con las características edafológicas de la empresa. Para una plantación superintensiva se pueden superar los 2.000 metros cúbicos por hectárea en las añadas de sequía; sin embargo, los volúmenes de regadío están, generalmente, por debajo de este valor.

Recientes investigaciones llevadas a cabo en Sicilia, en entornos con elevada demanda evapotranspirativa, han puesto de manifiesto que 1.300 metros cúbicos por hectárea serían suficientes para satisfacer las necesidades hídricas anuales de las plantaciones olivícolas superintensivas.

Las **dosis de fertilizante** están relacionadas con los niveles productivos esperados, que normalmente superan las 12 toneladas de aceitunas por hectárea, y estas prevén valores ordinarios de 130 unidades de nitrógeno, 30 de fósforo y 110 de potasio.

**La gestión fitosanitaria**, llevada a cabo según las actualizadas Directrices de Protección Ecosostenible / Especificaciones de Gestión Integrada, prevé al máximo 2-3 tratamientos cúpricos, admitidos en agricultura ecológica, y 2-3 tratamientos insecticidas, realizados según los principios de control guiado, siempre en función de las condiciones climáticas de la añada.

**La gestión del suelo en las plantaciones superintensivas** se efectúa según criterios de ecosostenibilidad / gestión integrada, contemplando, entre otras cosas, aportes de fertilizantes y enmiendas orgánicas, abono verde, cubiertas vegetales controladas en la separación (**foto 1**), triturado de los sarmientos in situ, empajado de la fila con materiales biodegradables sin utilizar el desherbado químico. Por último, a partir del cuarto año de la plantación, la conversión de los olivares superintensivos a ecológicos ya es una realidad generalizada.

### Bioindicadores de Natura 2000

Las técnicas agronómicas previstas en las plantaciones olivícolas superintensivas elevan hasta tal punto la sostenibilidad medioambiental que fomentan, en lugar de obstaculizar, la formación de hábitats adecuados al ciclo vital de especies vegetales y animales presentes, por ejemplo, en las zonas LIC / ZEC, según el **Formulario Natura 2000**, y que representan bioindicadores específicos de los espacios naturales.

Bajo las hileras de un olivar superintensivo adulto



**Foto 1**  
Gestión integrada del olivar superintensivo con cubiertas vegetales controladas en la separación.





**Foto 2**  
Ejemplares de orquídeas del género *Serapias* observadas bajo una hilera de un olivar superintensivo.



**Foto 3 (izquierda)**  
Cuerpos fructíferos del hongo del género *Coprinus* observados bajo una hilera de un olivar superintensivo.

**Foto 4 (derecha)**  
Nido de *Sylvia* observado en la copa de un olivar superintensivo.

se ha observado a finales de primavera la floración de orquídeas espontáneas típicas de Murgia en Bari, pertenecientes al género *Serapias* (**foto 2**). Prados áridos y baldíos, garrigas o claros de bosques constituyen, en ecosistemas naturales, el hábitat de estas orquídeas que poseen un sistema de polinización entomófila. La presencia de estas especies vegetales se ha observado durante dos años consecutivos.

El agrosistema olivícola superintensivo, gestionado según los **criterios ecosostenibles** anteriormente expuestos, no contamina el medioambiente y no daña los insectos polinizadores, lo suficiente como para permitir la constitución y el establecimiento del hábitat adecuado para especies vegetales delicadas y exigentes desde el punto de vista ecológico.

Cuerpos fructíferos de hongos basidiomicetos pertenecientes al género *Coprinus*, conocidos bioindicadores de la ausencia de contaminación por metales pesados, se han observado en hilera de olivares superintensivos abonados con materiales orgánicos (**foto 3**).

### **Copas acogedoras de la avifauna**

Ni siquiera **las especies animales** se escapan de las evidencias científicas. Se han fotografiado nidos atribuibles a la curruca cabecinegra (*Sylvia melanocephala*) en la misma plantación (¿una casualidad?) durante varios años seguidos, dentro de la vegetación especialmente densa de las variedades adecuadas para el sistema superintensivo (**foto 4**).

De hecho, la curruca cabecinegra vive generalmente en el bosque mediterráneo, caracterizado por densos y bajos arbustos, y se encuentra también en entornos de bosques que presenten un exuberante estrato arbustivo. El hábitat adecuado para la nidificación de este pájaro en

el olivar superintensivo se ha visto favorecido no solo por las características vegetativas de los cultivares, pero sobre todo por la forma de explotación y por los criterios de poda que estos cultivos requieren.

Efectivamente, la forma en eje central determina una estructura 'plena' del árbol, mientras que la total ausencia de intervenciones accesorias en el interior de las ramas productoras permite la formación de una copa baja y uniformemente densa.

Además, entre sus presas más comunes se incluyen insectos de diferentes especies, larvas de lepidópteros, ortópteros y áfidos, arañas que evidentemente no faltan en el olivar superintensivo. La disponibilidad de dicho pábulo es, por tanto, indicador adicional de una entomofauna rica y equilibrada. Por último, a finales del verano y durante el otoño, la curruca cabecinegra se alimenta también de los frutos y semillas de numerosas plantas, y no se excluye que se haya podido alimentar incluso de las olivas.

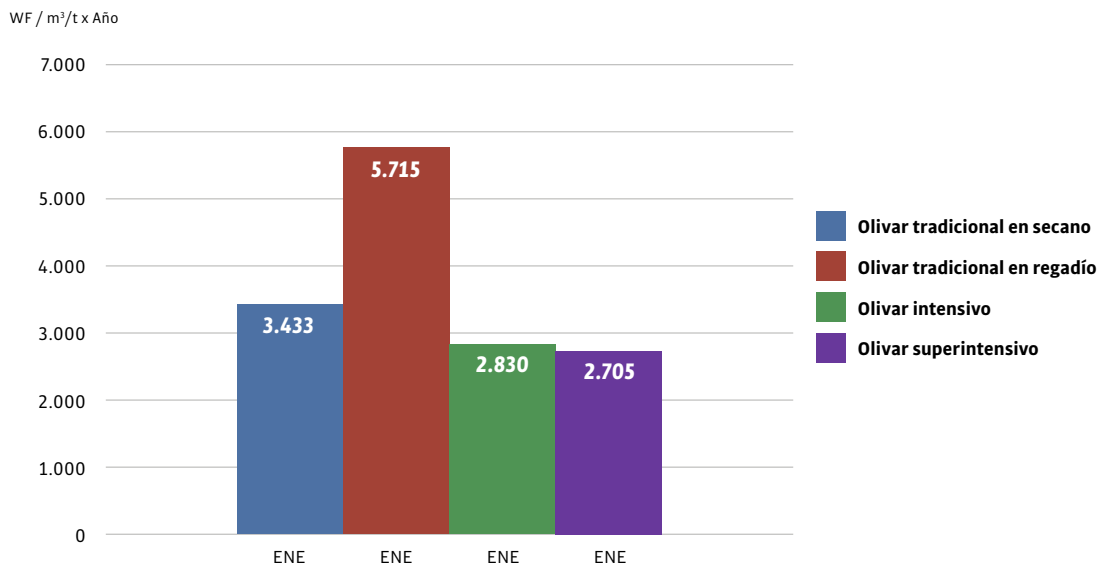
### **Huella del agua y del carbono**

La explotación tradicional del olivo en secano representa notoriamente un sistema de cultivo con balances pasivos desde un punto de vista económico. ¿Y desde el punto de vista ecológico?

La medición del impacto medioambiental de un proceso productivo, incluso agrícola, con indicadores sintéticos avanzados, como la **huella de carbono** (carbon footprint - CF) y la **huella del agua** (water footprint - WF), suele provocar estupor debido a los resultados numéricos.

Se ha demostrado que el cultivo intensivo del olivo puede incluso doblar la cantidad de gases de efecto invernadero inmovilizado en la biomasa vegetal y en el suelo (carbon sinks) respecto a la tradicional en secano. Por otra parte, el aumento de la escasez de agua dulce y

**Figura 1.** Huella hídrica (Water Footprint) correspondiente a diferentes tipos de olivares, expresada en m<sup>3</sup> de agua por tonelada de aceituna y año.



el importante papel que esta desempeña en la producción agroalimentaria enfatizan la necesidad y la urgencia de optimizar el uso del agua en las actividades humanas y, en particular, en agricultura.

Las actividades agrícolas y de la agroindustria, efectivamente, pueden llegar a consumir el 70% del agua dulce disponible a nivel mundial. En Italia, el porcentaje se sitúa en niveles más bajos, alrededor del 30% del total, que corresponden aun así a cantidades importantes (aproximadamente 15.000 millones de metros cúbicos al año) y están concentradas en las dos zonas agrícolas de mayor vocación: la llanura Padana y Apulia (datos FAO).

En este contexto, la huella del agua es capaz de cuantificar de forma correcta tanto el consumo como la contaminación del agua dulce por parte de una actividad de producción.

### Uso eficiente de los recursos hídricos

La estimación de la WF permite poner en práctica las medidas necesarias de reducción del impacto y, por tanto, un uso más sostenible de este preciado recurso natural no renovable. Un reciente trabajo ha demostrado que la WF de los olivares superintensivos es comparable a la de los olivares intensivos en regadío, valorada en torno a los 2.700-2.800 metros cúbicos por tonelada de aceitunas producidas al año (Figura 1).

Un olivar tradicional en secano, en las mismas situaciones edafoclimáticas, tiene una huella del agua superior, medida alrededor de los 3.400 metros cúbicos por tonelada de aceituna al año (Figura 1), relacionada con una menor eficiencia en agricultura de secano.

La situación empeora si convertimos los olivares tradicionales en regadío: su WF sube a 5.700 metros cúbicos por tonelada de aceitunas al año, debido al aumento de producción proporcionalmente inferior a la variable del recurso hídrico disponible. En otras palabras, al parecer, regar un olivar tradicional supone un auténtico desperdicio de agua dulce.

Los sistemas de cultivo más modernos, sin embargo, presentan una demanda menor de agua dulce en regadío. De hecho, el componente principal de la WF es la cuota azul, es decir, la relacionada con el riego, que representa casi el 77% del total para las instalaciones tradicionales e intensivas en regadío, contra el 74% para los superintensivos.

El conocimiento de la WF podría contribuir a una

mejor transparencia y conocimiento del producto final, proporcionando a los consumidores un soporte para realizar decisiones bien informadas. Estos resultados, junto a los que se están poniendo en evidencia por la estimación de la CF de los olivares y del aceite, podrían resultar útiles incluso para favorecer y mejorar el cultivo del olivo en un contexto de agricultura y de agroindustria ecosostenible.

No menos importante es la **protección de las vertientes** que las instalaciones superintensivas pueden ofrecer, si se tiene en cuenta que la superficie de suelo cubierta, y por lo tanto protegida, en las instalaciones tradicionales es como máximo del 50%, mientras que en los olivares superintensivos supera el 60%. Si además se considera que en los espacios vacíos de estas instalaciones se practica la cobertura controlada, no es difícil comprender la preciada contribución que la olivicultura superintensiva puede proporcionar a la lucha contra el desequilibrio hidrogeológico en las zonas montañosas, así como está demostrando en el sur de España.

### Sostenibilidad y calidad

El sistema de cultivo superintensivo posee numerosos y notables requisitos de sostenibilidad ecológica, derivados de las técnicas de cultivo que lo caracterizan: cultivar y marcos de plantación, gestión de la copa, del suelo, del agua y de los nutrientes.

La presencia comprobada y constante en el tiempo de especies vegetales y animales de interés comunitario constituye la respuesta más inmediata y elocuente a los posibles impactos medioambientales derivados de la realización de un olivar superintensivo, incluso en las zonas agrícolas situadas en zonas LIC / ZEC.

La elevada densidad de árboles representa paradójicamente el motivo fundamental de la **ecosostenibilidad** de este sistema de cultivo. A esto se le añade, finalmente, que el resultado agronómico de las instalaciones olivícolas superintensivas está formado por un producto de Alta Calidad, incluso Ecológico, de bajo coste de producción. En este sentido, sería necesario rebautizar los olivares superintensivos para llamarlos olivares supersostenibles.

Dicha información, combinada con otros aspectos fundamentales como los económicos y sociales, podría constituir un punto de partida para la formulación de directrices tanto para la gestión racional del olivar, como para las políticas agrícolas regionales, nacionales y comunitarias.

# Tecnología que habla el idioma del campo

*La agricultura se enfrenta al gran reto de alimentar a una población creciente, teniendo como punto de partida una tierra que incrementa su aridez en la que se reduce la superficie cultivable, y un cambio climático que agudiza los extremos de temperatura y que merma los recursos hídricos.*

El contexto actual demanda el desarrollo de la agricultura como un sector capaz de producir más con menos y que reduzca su impacto ambiental. Asimismo, en los países desarrollados se ha dado un aumento exponencial de la demanda de cultivos de alto valor, es decir frutas y verduras, producidas de forma sostenible. Los consumidores han tomado conciencia sobre la importancia de llevar una dieta saludable y buscan productos que se hayan cultivado de forma respetuosa con el medio ambiente y que reduzcan el uso de pesticidas.

Para dar solución a este reto, presente y futuro, el sector está generando tecnologías enfocadas a una producción eficiente, rentable y sostenible. Es por ello que las principales empresas de maquinaria agrícola actualmente se centran en el desarrollo de equipos y soluciones de gestión agronómica que llevan al campo los avances más novedosos del sector de las telecomunicaciones. La inteligencia, la conectividad y el análisis de datos se han puesto al servicio de los agricultores y empresas agrícolas para ayudarles a tomar mejores decisiones en el campo que se traduzcan en sostenibilidad y rentabilidad.

Tradicionalmente, el sector de los cereales ha absorbido las inversiones y principales desarrollos tecnológicos. No obstante, en la última década

los cultivos especiales, ahora también conocidos como cultivos de alto valor (high value crops) han adquirido gran protagonismo en la dieta de las sociedades desarrolladas. El aumento de la demanda de estos productos, los elevados estándares de calidad del mercado y la exigencia de los consumidores de una producción sostenible y respetuosa con el medio ambiente ha hecho que los fabricantes de equipos de protección de cultivos de alto valor desarrollen tecnología que represente una herramienta de valor para los productores agrícolas aunando eficacia y eficiencia.

Así, los novedosos equipos conectados a plataformas de gestión agronómica se han convertido en aliados fundamentales de los profesionales de la agricultura en sus diferentes roles, desde el operario en el campo hasta los agrónomos y asesores agrícolas llegando hasta los altos cargos implicados en la toma de decisiones empresariales.

La clave ha sido entender al campo y sus necesidades, hablar su idioma, para poder desarrollar soluciones agronómicas basadas en la eficacia, eficiencia, pro-actividad, digitalización, la automatización y el análisis de datos de los tratamientos.



## DIGITALIZACIÓN DE LAS LABORES DEL CAMPO Y CONTROL DE COSTES

Actualmente existen tecnologías que permiten controlar las tareas de precosecha de forma individualizada. Asimismo, también encontramos un dispositivo conocido como **SCG (Specialty Crops Gateway)** que permite controlar las tareas de forma unitaria, el cual está destinado a **digitalizar dichas labores de campo**. El SCG es la primera herramienta de integración 4.0 en el sector de los cultivos de alto valor, la cual permite la **recopilación y procesamiento de los datos** para tener un **control detallado del trabajo realizado en campo y de sus costes**.

Actualmente la **recopilación de datos se realiza de forma manual**, lo que supone demoras para disponer de datos que ayudan a prever resultados y tomar decisiones de forma proactiva. Esta recopilación manual de datos ralentiza la gestión administrativa de las empresas agrícolas y no permite llevar a cabo un correcto control del trabajo ni de los costes.

El SCG es un pequeño dispositivo que se **instala en el tractor**, o flota de tractores, y que está **conectado a una herramienta digital de gestión agronómica**, lo que supone una conexión directa entre el agrónomo y cualquier apero acoplado al tractor.

Desde esta plataforma online, se delimitan las **parcelas**, se dan de alta los aperos y se configuran las **órdenes de trabajo** de las labores a realizar (fertilización, pulverización, triturado de leña, poda mecánica, etc...)

para enviarlas directamente al tractor. Así, el operario recibe la orden de trabajo y la visualiza en una tablet que muestra información exacta, y fácil de interpretar, de la tarea a desempeñar. De este modo, puede comprobar en todo momento los datos del trabajo realizado, además mediante GPS se muestra el posicionamiento del equipo y las zonas en las que se ha realizado el trabajo para comprobar a tiempo real que la posición es correcta.

Este dispositivo representa un **primer paso para trabajar en un entorno digital**, ya que es válido para todos los aperos que se utilicen con el tractor que incorpore dicho dispositivo. Los datos de trabajo en el campo se almacenan y se muestran en la plataforma ofreciendo trazabilidad total de las tareas realizadas. Asimismo, la recopilación de las horas de trabajo (machine data) permite que el usuario establezca **avisos de mantenimiento** para que se muestren notificaciones una vez que se hayan alcanzado las horas estipuladas. De esta forma, el SCG también contribuye al correcto mantenimiento de los aperos facilitando que estén condiciones óptimas de trabajo (cambios de aceite, etc).

Los datos e indicadores proporcionados por tecnología de estas características son una información de gran valor para que las empresas agrícolas tomen decisiones eficaces y eficientes con el fin de mejorar su productividad y rentabilidad gracias a la **visualización de tareas, horas de trabajo y control de costes**.



## NUEVA GENERACIÓN DE ATOMIZADORES: INTELIGENCIA Y CONEXIÓN

Actualmente ya existen equipos de protección de cultivos de alto valor que enlazan el atomizador o nebulizador a una plataforma de gestión agronómica de precisión, dando como resultado un **atomizador inteligente y conectado: "smartomizers"**.

Gracias a estos equipos, los **técnicos de las explotaciones agrícolas pueden confeccionar la orden de trabajo con todos los parámetros del tratamiento desde la plataforma digital y enviarla directamente al atomizador** para que se autorregule. Dichos atomizadores reciben el calificativo de inteligentes porque, en función de la masa vegetal, sugieren la dosis y el volumen de aire adecuados, que el técnico puede

ajustar bajo su criterio profesional en respuesta a otros factores tomados en consideración. Esto se traduce en aproximadamente un **48% de reducción de la deriva** y un ahorro de hasta 4l/h de combustible según los ensayos realizados por el IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias) y la UMA-UPC (Unidad de Mecanización Agraria de la Universitat Politècnica de Catalunya). La importante reducción es posible porque el tratamiento está focalizado en el cultivo en función de sus características, minimizando así su pérdida en el medio ambiente.

**La pulverización supone el 30% de los costes de producción en los cultivos especiales y de ella**



depende directamente la calidad de la cosecha y su venta en el mercado. Con el actual estado de la técnica, aproximadamente el **80% del fracaso en un tratamiento es consecuencia del uso incorrecto del atomizador**, en este sentido los atomizadores inteligentes y conectados se presentan como la solución a este problema compartido por todas las plantaciones agrarias. **Su sistema proactivo** es capaz de detectar si los parámetros de pulverización son correctos y si siguen las indicaciones del técnico, enviando avisos en caso de que no lo sean para poder corregirlos en el momento. Además, el **operario visualiza en todo momento el tratamiento que está realizando a través de una tablet** para saber si ha dejado alguna calle sin tratar o si ha superado la dosis adecuada para poder solucionar errores durante el tratamiento.

Los smartomizers permiten una **conexión directa entre el técnico, el equipo y el operario**, teniendo en todo momento información sobre la aplicación a tiempo real. Una vez finalizado el tratamiento, todos los **datos están disponibles en la plataforma digital para que el técnico pueda visualizar** al detalle sobre el mapa todas las zonas tratadas y conocer las incidencias registradas. Esta información dota de gran poder a las empresas agrícolas ya que pueden **corregir los tratamientos** aplicando de nuevo únicamente en las zonas que lo requieran. Asimismo, todos los **parámetros quedan registrados y almacenados en la plataforma**, de forma que los técnicos pueden analizar los datos para tomar decisiones que ayuden a mejorar la calidad de los tratamientos. La disponibilidad de estos datos supone contar con la **trazabilidad real** de los cultivos para garantizar que se han tratado de forma óptima, lo cual representa una importante **mejora de los estándares de la seguridad agroalimentaria**.

### **La única maquinaria agrícola seleccionada por la Fundación Solar Impulse como Efficient Solution**

El primer Smartomizer, desarrollado por una reconocida empresa española especializada en el desarrollo de equipos de protección de cultivos de alto valor, acaba de recibir el sello **Efficient Solution**, otorgado por **Solar Impulse**, prestigiosa fundación que cuenta con el apoyo las **Naciones Unidas**, la **Unesco** y la **Comisión Europea**. Con esta distinción, el Smartomizer H30® entra a formar parte de una **exigente selección de las soluciones más innovadoras y eficientes** que tienen el objetivo de hacer frente al cambio climático y dar

respuesta a los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)** contribuyendo al desarrollo económico. Hasta el momento, el Smartomizer H30® es la **única maquinaria agrícola que ha recibido el sello de Efficient Solution de Solar Impulse**, lo cual la dota de mayor distinción entre las propuestas del sector agrícola.

### **La calibración del atomizador como punto de partida en el éxito del tratamiento**

El ajuste del atomizador es fundamental para realizar tratamientos óptimos. Actualmente existen herramientas digitales con las que realizar dicha calibración en tan solo unos minutos de forma ágil. Los profesionales del campo pueden encontrar aplicaciones para el móvil con las que hacer la calibración rápidamente a pie de campo, o de forma remota para enviarla a los operarios que se encuentran en la plantación. Un ejemplo es el calibrador universal y gratuito MyFede el cual **puede utilizarse con equipos de todas las marcas y modelos**. Se trata de una herramienta diseñada para ayudar en el trabajo diario a técnicos, agricultores y operarios en la tarea de pulverización a pie de campo. De forma muy fácil, y en tan solo unos pasos, técnicos y agricultores pueden realizar la calibración de sus atomizadores para **aplicar un tratamiento eficiente**. A través de un sencillo menú, se configura **la calibración de forma rápida** siguiendo algunos pasos: selección y disposición de las boquillas, definición de los parámetros de trabajo y registro de cualquier información adicional. Con este calibrador digital en sólo unos minutos se seleccionan tanto las boquillas como los **parámetros de trabajo para obtener el volumen de caldo adecuado**. Una vez realizada la calibración, desde la APP **se genera un PDF que puede descargarse o enviarse directamente** a través de correo electrónico o WhatsApp.

La difusión de los beneficios ambientales, agroalimentarios, de gestión y trazabilidad del uso del Smartomizer se realiza dentro del proyecto IoF2020 (Use Case 3.5 SMARTOMIZER – Smart Orchard Spray Applications), el cual ha recibido financiación de la Unión Europea en el programa de investigación e innovación de Horizonte 2020 bajo el acuerdo de subvención nº 731884.

Visita <https://www.iof2020.eu/trials/fruits/smart-orchard-treatment> para conocer más sobre el proyecto.

**Foto 1**  
El Smartomizer Futur H30 reduce aproximadamente un 50% la deriva y ofrece trazabilidad real.

**Foto 2**  
Smartomizer Inverter con alerón especial para pulverizar cultivos en palmeta.

**Foto 3**  
Smartomizer Inverter trabajado en campos de almendros.

**Foto 4 (triple imagen)**  
Calibrador de boquillas gratuito de la APP MyFede para atomizadores de todas las marcas.

**Foto 5**  
Visualización a tiempo real del trabajo de pulverización con H30.

**Foto 6**  
El Smartomizer ha recibido el apoyo de la UE dentro del proyecto IoF2020.



# Micropropagación del pistacho: la ciencia al servicio del agricultor

**Ignasi Iglesias, PhD**

2D Technical Manager. Agromillora Group



**Foto 1.** Reservorio insect-proof de Material Inicial (MI).



**Foto 2.** Material Inicial (MI) de Platinum.

Dada su naturaleza heterocigótica y la dificultad de enraizar estaquillas, la técnica de multiplicación in vitro es especialmente valiosa para la propagación de portainjertos de pistacho. Con la creciente demanda de planta de vivero, la clonación mediante técnicas in vitro ha posibilitado la propagación vegetativa de material vegetal true-to-type y con calidad sanitaria.

La micropropagación por cultivo de ápices y yemas utilizada en Agromillora es sinónimo de propagación vegetativa por estaquillado; sus diferencias serían que para la primera (1) se utiliza como material vegetal de partida una parte muy pequeña de la planta, normalmente una o pocas yemas, (2) estas yemas se mantienen en frascos, en un medio de cultivo específico, y (3) se lleva a cabo en condiciones asépticas.

Estas particularidades ofrecen ventajas incuestionables en la práctica de la multiplicación vegetativa en la producción viverística.

En primer lugar, la técnica de propagación in vitro proporciona un incremento exponencial del coeficiente de propagación, permitiendo la producción de un número muy grande de plantas clonales en un período corto de tiempo. A partir de una cantidad muy pequeña

de material de partida se pueden producir millones de plantas.

Puesto que se necesita una cantidad de material vegetal relativamente pequeña para iniciar el cultivo in vitro, se puede realizar una cuidadosa selección para conseguir que el material de partida esté libre de enfermedades y verificar su identidad genética. En Agromillora este material de partida -el Material Inicial-, consiste en 2 plantas representativas de la variedad.

Como resultado, la técnica es altamente valiosa por su contribución a la lucha fitosanitaria; las plantas obtenidas libres de virus, bacterias y hongos patógenos constituyen un material de excelente calidad para las plantaciones.

Además, es una producción que muestra una alta homogeneidad, tanto en la etapa de producción viverística como en etapas posteriores, permitiendo a los agricultores aumentar el rendimiento y la eficiencia en las explotaciones.

Al trabajar en condiciones perfectamente controladas en laboratorio y en invernadero, que permiten una programación precisa del calendario de producción, se mitiga el efecto estacional y se pueden

producir plantas prácticamente en cualquier época del año.

También, al facilitar el intercambio de material genético, en Agromillora nos ofrece la posibilidad de poner en el mercado nuevas variedades mejoradas y selecciones de manera casi inmediata, como sería el caso de 'Platinum'.

Básicamente, la propagación in vitro de plantas en nuestro laboratorio es un proceso en el cual las yemas del Material Inicial de la variedad son aisladas, esterilizadas superficialmente, e incubadas en un ambiente estéril promotor de la brotación y la multiplicación de plantas clonales. Las 5 etapas operacionales del proceso serían:

**Fase 0: Selección y mantenimiento del Material Inicial (MI).**

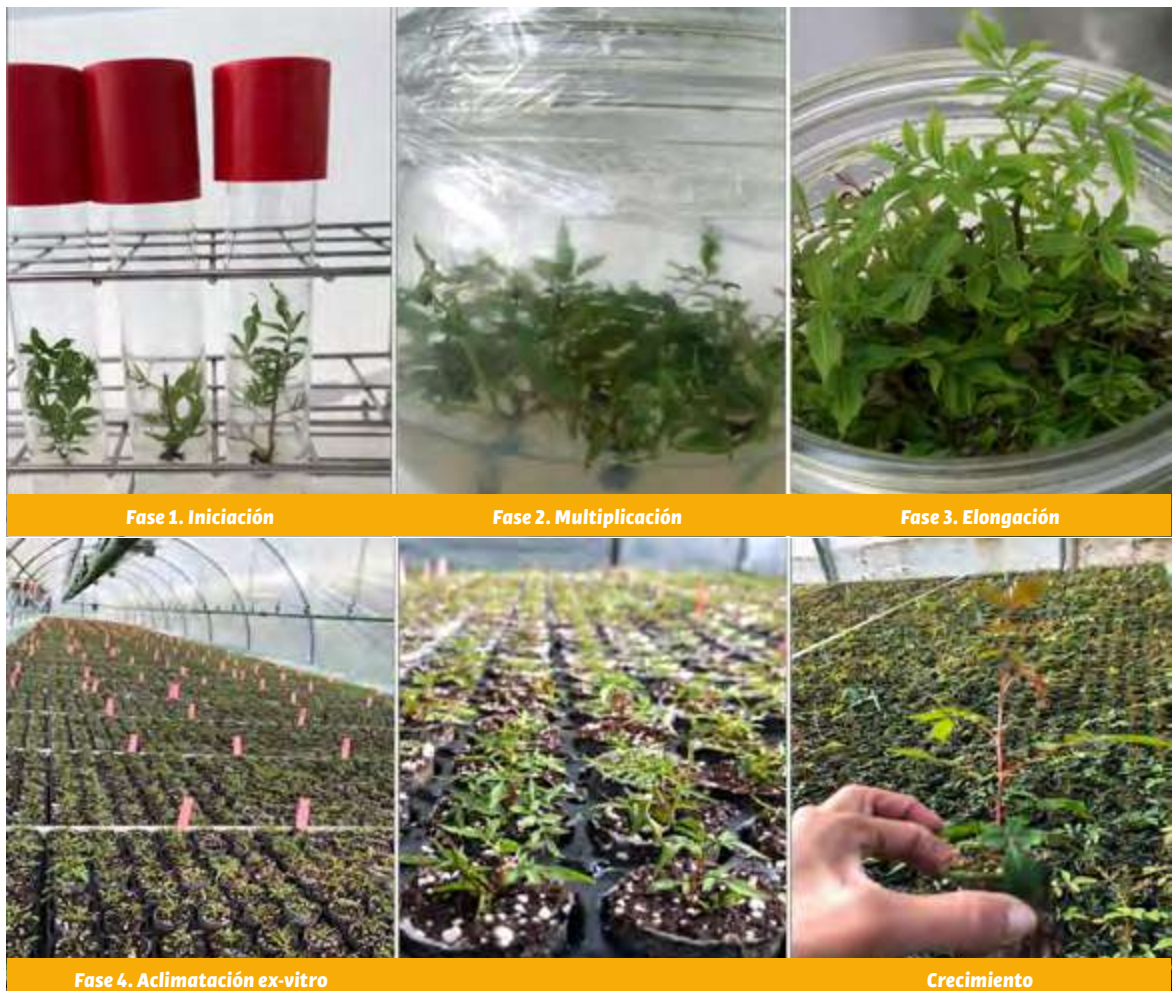
En Agromillora, el origen de todas las yemas es el Material Inicial, plantas madre que se ha analizado para garantizar su calidad sanitaria y se ha verificado su identidad genética. Estas plantas se mantienen en invernaderos insect-proof y en regímenes específicos de riego, nutrición, poda, tratamientos y control de plagas, para impedir infecciones o contaminaciones.

**Fase 1: Establecimiento del cultivo in vitro.** Durante esta etapa se realiza la esterilización de yemas y ápices y su implantación en medios que cultivo estériles para conseguir el inicio del crecimiento y un buen desarrollo sin contaminación.

**Fase 2: Multiplicación.** Las yemas se transfieren asépticamente a frascos de cultivo para activar la multiplicación. La composición del medio de cultivo y las condiciones ambientales se optimizan para conseguir la máxima generación de nuevos micro-esquejes clonales. La duración de esta etapa se limita para garantizar la estabilidad genética y las líneas de cultivo se renuevan periódicamente..

**Fase 3: Elongación.** DespuésDespués de repetidos subcultivos, los micro-esquejes se transfieren a la última etapa in vitro. Mediante modificaciones en el medio de cultivo y condiciones ambientales, en esta etapa se detiene la multiplicación, se favorece la elongación del ápice, y se induce la formación de raíces. Esta etapa también proporciona las condiciones para la estimulación de la fotosíntesis y otros cambios fisiológicos.

**Fase 4: Aclimatación ex vitro.** Las plantas se transfieren del frasco en el laboratorio a sustrato inerte en el invernadero de aclimatación. Las condiciones de los primeros días deben permitir los cambios fisiológicos requeridos para el crecimiento ex vitro autotrófico: formación de las cutículas de cera, funcionamiento de los estomas y desarrollo de nuevas raíces funcionales.



Fase 1. Iniciación

Fase 2. Multiplicación

Fase 3. Elongación

Fase 4. Aclimatación ex-vitro

Crecimiento



# Nuevo modelo de cultivo del avellano.

## Oportunidad y alternativa rentable para la agricultura española

En el próximo número de la revista OLINT desde AGROMILLORA les haremos partícipes de un nuevo modelo de cultivo del avellano. Nuestra experimentación nos ha llevado a obtener resultados sorprendentemente positivos en regiones y condiciones edafo-climáticas donde tradicionalmente el cultivo del avellano habría sido descartado. Los ingredientes de este nuevo modelo no son nuevos:

**Genética + Seto + Agronomía +  
Innovación técnicas de multiplicación =  
Sistema eficiente y rentable de cultivo**

En España el cultivo del avellano ha estado limitado tradicionalmente a la provincia de Tarragona y de manera más testimonial a zonas de la cornisa cantábrica. Agronómicamente es un cultivo muy atractivo para los productores porque requiere de pocos cuidados, no necesita mucha agua ni productos químicos, exige pocos gastos de explotación, y las tareas de mantenimiento y recolección están muy mecanizadas.

El consumo a nivel mundial se incrementa, y los grandes grupos comercializadores empujan las plantaciones con acuerdos beneficiosos para los agricultores. Les traducimos a continuación un artículo publicado en diferentes medios italianos que refleja el potencial de crecimiento de este cultivo y la realidad actual del mismo en un país como Italia. Un nuevo horizonte de rentabilidad y perspectivas futuras que nada tienen que ver con el *know how* y desarrollo del cultivo llevado a cabo en España hasta el momento.



Artículo publicado en la «Revista Terra e Vita»

<https://pixelbook.edagricole.it/newsstand/terraevita/viewer/guest/com.tecnichenuove.terraevita.tv.2019.106/>

## En un año en el que la producción nacional en Italia es deficitaria, la tensión en los precios muestra el peso que tiene nuestra calidad y el origen. Cartas para poder jugar en el tumultuoso crecimiento del mercado mundial. Porque lo del avellano «no es una burbuja».

Aumenta la superficie del avellano, la producción disminuye. El impulso transmitido por los proyectos de la cadena de suministros a la agricultura italiana no alcanza el objetivo, de aumentar la masa crítica de la avellana italiana en los mercados mundiales este año. Es la paradoja provocada por los efectos del cambio climático.

«A pesar de la presencia – explica **Pier Paolo Bertone**, presidente de la Asco-Piemonte - de una buena floración al comienzo de la campaña, la producción de avellanas en el Piemonte ha resultado bastante escasa, hay muchas zonas donde la producción ha caído hasta un 50-60% en comparación con el año anterior».

Culpa de la tendencia climática anómala que ha afectado a la península desde los primeros meses de 2019.

«Primero, las altas temperaturas en febrero – continúa **Bertone**- condicionaron la polinización, posteriormente unos descensos repentinos de las temperaturas, y las abundantes lluvias en los meses de abril, mayo y principios de junio, han determinado una mala producción y una abundante caída anticipada del fruto. Las chinches asiáticas y las fuertes precipitaciones durante las fases de cosecha hicieron el resto, condicionando el resultado de la producción».

Problemas similares se han registrado también en otras áreas típicas de avellanas, comenzando desde Viterbo.

«También aquí – admite **Pompeo Mascagna** presidente de la **Assofrutti** – la producción de 2019 será recordada por la escasez. De hecho, estamos alrededor del 60% en comparación con los rendimientos del año pasado, que ya era un año de datos medios. Culpa del clima particular que ha marcado todas las fases más críticas del ciclo vegetativo del avellano».

La diferencia en comparación con el Piemonte, con rendimientos ligeramente más altos, se debe principalmente a la presencia más rara de la chinche asiática *Halyomorpha halys*, que se concentra principalmente en el norte.

Incluso en Campania, el clima excepcionalmente cálido y seco del último invierno ha penalizado al avellano desde el inicio de la floración. «En general – afirma **Riccardo Calcagni** de Besana - la mayor parte de la

producción, equivalente a aproximadamente el 80%, proviene de la primera parte de la floración, pero este año el calor ha provocado un cambio en la fase del cultivo y una gran parte del polen se ha dispersado. Después llegó una segunda e incluso una tercera floración, pero el daño ya estaba hecho».

El impacto de estas anomalías climáticas repercutirá en el balance nacional de la producción del año. La superficie italiana está en creciendo claramente. El ISTAT para 2019 registró 86.253 hectáreas cultivadas, lo que equivale a un aumento de 13 mil hectáreas con respecto hace 4 años. Unos datos que, a principios de año, llevó a imaginar una proyección de la producción de aproximadamente 150 mil toneladas de avellanas con cáscara.

Una estimación optimista que ahora se revisará, dado que la respuesta de la recolección lleva a un total de no más de 75-85 mil toneladas. Una escasez que afecta principalmente al Piemonte, donde hay muy pocas avellanas, pasando de una cosecha normal de 11-12.000 t a 5-6.000 t (sin cáscara).

Una situación similar a la de la campaña 2014-15, en la que un nivel de producción similar condujo al auge de las importaciones de avellanas de hasta 106 mil toneladas. Uno de los pocos años en que la importación ha superado a la producción nacional. Un récord de déficit que probablemente se superará este año, porque fuera de Italia, la campaña 2019 ha sido positiva para el avellano.

De hecho, la INC (International nut & dried fruit council), en noviembre, revisó sus estimaciones de producción anual de frutos secos al alza.

La asociación prevé una producción total de 4,5M de Toneladas gracias un incremento sostenido de la producción de nueces (969 mil toneladas +10%) y avellanas (530 mil toneladas de producto pelado, +15%), esta última gracias en particular al desarrollo de Turquía, Francia y España. Turquía consolida así su posición como líder mundial con una cuota productiva que supera el 63% del total, y ello a pesar del aumento de las superficie productiva registrada en Italia, pero también en Azerbayán (+63%), Georgia (+23%) y USA (+22%), y en nuevos territorios como Chile o Sudáfrica.



**Figura 1.**  
Incremento del  
comercio mundial  
de avellanas.

Gracias a un añada que en ese lado del Bósforo, ha resultado particularmente positiva tanto por cantidad como por cualidad, las exportaciones de avellana turca han alcanzado un nivel récord durante los meses de septiembre a noviembre. El volumen de los envíos desde Ankara más allá de sus fronteras según la Asociación de Productores y Exportadores del Mar Negro, ha aumentado un 72% en estos meses cruciales con respecto al mismo periodo del año pasado, alcanzando casi las 100.000 toneladas.

Para los productores italianos podría ser la tormenta perfecta, dado los precios no comparables de la avellana turca. Pero en su lugar el listado de precios italianos han esquivado el temido impacto de la globalización y también la avellana italiana se ha revalorizado cerca de una media del 26%, con puntas de un 35% para variedades como la Tonda de Giffoni (Fuente: ISMEA).

Cotizaciones que han creado incluso confusión en las primeras semanas de comercialización de la nueva campaña de recolección para después asentarse, según la Cámara de Comercio piemontesa, entorno a los 10 Euros por punto de rendimiento para la variedad «Tonda de Gentile trilobata», 11,5 euros para las variedades calificadas como «IGP Avellana del Piemonte» (el punto de rendimiento es un índice que hace referencia al peso del fruto, a la semilla en sí, referida al hueso). Para llegar al precio por kilo es necesario multiplicar el valor cotizado por un porcentaje, que según el año varía entre el 45 y el 48%

Es justo remarcar «que estos precios – como especifica Bertone- no han podido compensar a los agricultores por las pérdidas productivas sufridas», pero también es cierto que el avellano, en relación a lo que está ocurriendo con otros productos agrícolas, y en particular con la fruta fresca, no puede generar tampoco demasiados lamentos.

### **Italia, un papel decisivo**

Italia —apunta Vincenzo Lanuzzi, responsable del área económica del sindicato CONGRAGRICOLTURA— es el centro del sector corilícola mundial, siendo el segundo productor, el segundo importador y el tercer exportador. La superficie en producción en Italia ha crecido más de lo que lo ha hecho en Turquía y en el resto del mundo (+18% en cuatro años) y los precios han sufrido desde el año 2012 una revalorización del 12%, el doble con respecto a lo ocurrido a nivel mundial, y cuatro veces si consideramos los precios en Turquía. Síntoma de que el origen y el “made in Italy” son todavía un aspecto fundamental junto al buen hacer de los agricultores.

### **El reto de ser la referencia a nivel mundial**

Las variedades —comenta Calcagni— que se utilizan en las nuevas plantaciones en todo el mundo son italianas o proceden de parentales italianos. Este hecho en lugar de acrecentar la competencia internacional asegura la ventaja competitiva de convertir a Italia en una referencia a nivel mundial en el sector. Un estándar que combatir, o un mito inalcanzable (un poco como el Champán en el mundo de las burbujas) que depende sólo de los italianos.

Junto a los acuerdos sectoriales establecidos e impulsados por las grandes empresas transformadoras, está también la gran demanda en origen, de bienestar y de sostenibilidad que están guiando la reconversión de áreas enteras desde la fruta fresca (en crisis) hacia el cultivo del avellano.

Tanto Campania como Piemonte, es donde Besana, entre los líderes europeos de comercialización de fruta seca, está favoreciendo el cultivo de la avellana. Ejemplo manifiesto de ello son las grandes áreas transformadas a

cultivo de avellano en la provincia de Caserta. «La prioridad son empresas agrarias con elevada especialización y con una alta orientación a la sostenibilidad». El avellano es un cultivo de profesionales que no se puede improvisar.

### **Una demanda que no muestra signos de caída**

Más allá de factores internos, a favor de este cultivo juegan factores externos. El consumo de avellanas sigue creciendo a un índice superior al crecimiento de las nuevas plantaciones y de la producción. INC calcula un incremento de consumo de más de un 30% desde el año 2013 al 2017, de 358 a más de 466 mil toneladas. Además nuevos e importantes mercados como el chino están escalando gradualmente la clasificación de los países de mayor consumo. Este año se ha convertido ya en el tercer destino de la avellana turca, sólo por detrás en número de las exportaciones realizadas a Italia y Alemania. En el periodo de Octubre a Noviembre, según las autoridades turcas (Fuente: [www.trt.net.tr/Anasayfa/Anasayfa.aspx](http://www.trt.net.tr/Anasayfa/Anasayfa.aspx)), las avellanas y los productos elaborados con las mismas se sitúan en el primer puesto en valor de las exportaciones llevadas a cabo a China, con un valor de 71 millones de dólares (un 101% más que el año anterior).

### **Destellos de paz entre usa y china**

Una tendencia que está destinada a aumentar y de la cual podría beneficiarse también Italia, visto que la guerra comercial entre China y USA. El gigante asiático impone hoy a la importación de avellana un 10% de tasas. Claras señales todos los anteriores puntos de que el cultivo del avellano no es una burbuja como sostienen sus detractores, sino una realidad destinada a crecer y a perdurar en el tiempo.

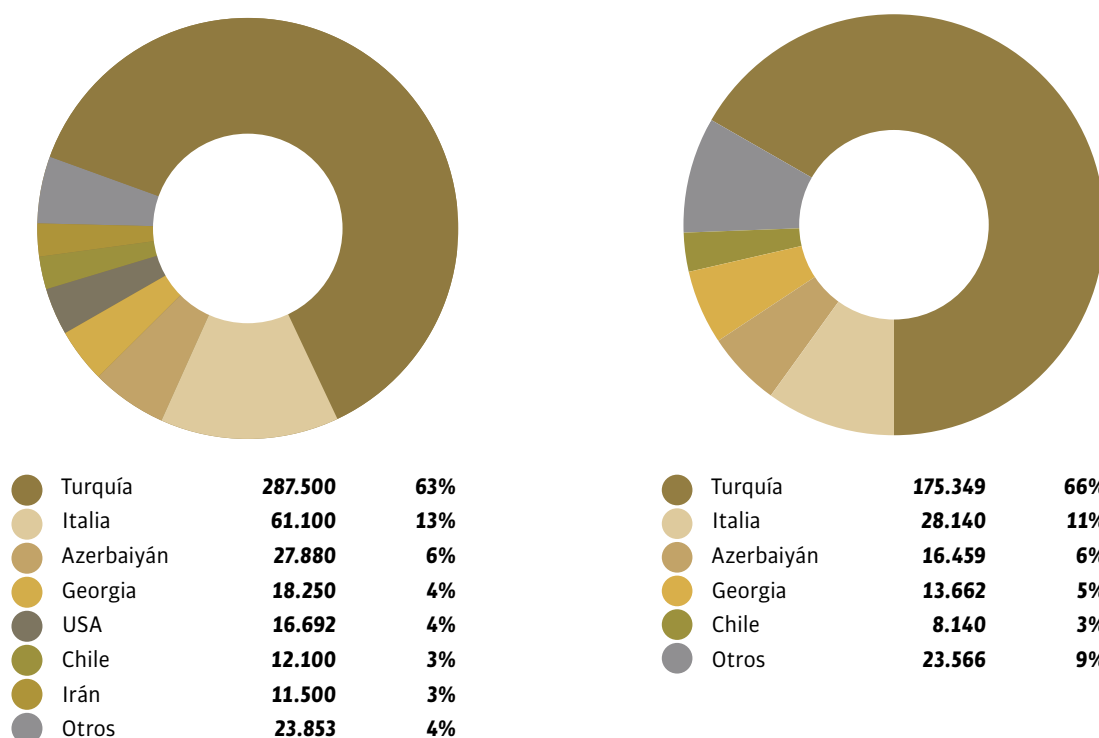
Después de diez años de crisis financiera y comercial la confianza de muchos agricultores en los posibles cultivos alternativos ha disminuido. Italia posee no obstante una gran experiencia en este cultivo que requiere capacidad de asociación. Los acuerdos entre los distintos eslabones del sector están contribuyendo a difundir su know how. Para llevar a cabo la elección justa es necesario, eso sí, seguir mirando lo que sucede en los mercados internacionales.

### **Tantas flechas en el arco**

Guerras sociales, tensiones comerciales, cambio climático, el incremento demográfico de la población mundial, políticas agrarias de conservación de los recursos naturales: son los factores que pueden reflejarse en el nivel de precios agrícolas, dificultando el trabajo de los agricultores. Elementos críticos que se deben afrontar desde un elevado nivel organizativo y con una clara orientación a la innovación. El déficit productivo de este año constata que el esfuerzo para hacer crecer la avellana italiana es una elección oportuna y necesaria, que exige también la oportuna inversión en investigación agronómica y genética para minimizar aspectos como a la alternancia productiva u otros aspectos negativos de este cultivo.

Salud y bienestar personal, sostenibilidad, tipicidad y tradición: son los factores que están guiando la adquisición de productos top del sector agroalimentario en todo el mundo, y cada uno de estas cuestiones es una flecha en el arco del cultivo del avellano. Un tren que la agricultura italiana, en fuerte crisis de rentabilidad, no puede permitirse perder. Coronarse como segundo productor no tiene ningún sentido si la distancia con el primero es abismal. Si Italia quiere compararse con Turquía, incidir en el mercado, en el establecimiento de los precios, e imponer su imagen y su calidad, no tiene alternativa: o crece y aumenta su peso específico en el sector o sigue en fuera de juego.

Los países top para producción (izquierda) y exportación (derecha) de avellanas



Plantación de avellano en seto en Finca Porxina, en la provincia de Zaragoza.

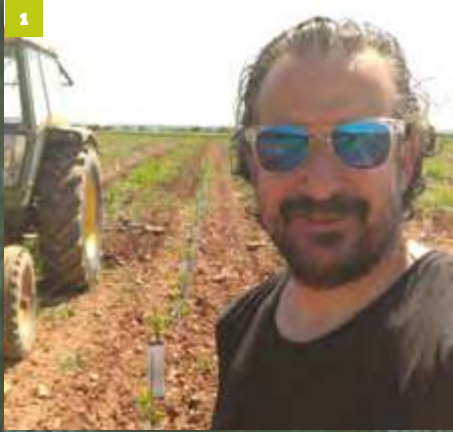


Tabla 1. Consumo mundial de avellanas (Estimación INC, International Nut&Dried Fruit Council)

	2013		2014		2015		2016		2017	
	CONSUMO (MEDIA DE T)	CONSUMO PER CÁPITA (KG/AÑO)	CONSUMO (MEDIA DE T)	CONSUMO PER CÁPITA (KG/AÑO)	CONSUMO (MEDIA DE T)	CONSUMO PER CÁPITA (KG/AÑO)	CONSUMO (MEDIA DE T)	CONSUMO PER CÁPITA (KG/AÑO)	CONSUMO (MEDIA DE T)	CONSUMO PER CÁPITA (KG/AÑO)
<b>Italia</b>	88.227	1.945	79.130	1.771	89.473	1.995	78.000	1.750	83.921	1.888
<b>Alemania</b>	61.676	1.509	51.252	1.262	58.615	1.453	55.572	1.357	60.640	1.477
<b>Turquía</b>	65.000	1.777	60.531	1.596	40.000	1.017	60.000	1.509	50.000	1.232
<b>Francia</b>	26.145	1.661	24.699	1.492	27.181	1.688	25.290	1.563	24.099	1.485
<b>Polonia</b>	8.673	0.908	7.833	0.822	11.494	1.191	3.449	0.361	11.979	1.256
<b>Canadá</b>	9.596	0.852	9.504	0.816	12.652	1.067	11.331	0.946	11.647	0.964
<b>España</b>	12.343	0.536	11.000	0.456	12.228	0.530	10.038	0.433	10.596	0.457
<b>Rusia</b>	9.168	0.258	11.217	0.318	6.200	0.173	5.479	0.152	10.595	0.295
<b>China</b>	2.742	0.008	2.683	0.008	4.485	0.013	3.890	0.011	5.399	0.015
<b>USA</b>	6.003	0.059	4.477	0.043	2.979	0.028	6.712	0.063	5.250	0.049
<b>TOTAL</b>	<b>357.993</b>	<b>0.052</b>	<b>433.270</b>	<b>0.063</b>	<b>380.915</b>	<b>0.053</b>	<b>436.015</b>	<b>0.059</b>	<b>466.594</b>	<b>0.062</b>

Consumo per cápita estimado en base a la población real que consume avellanas, excepto en el total donde se hace referencia a toda la población.





**1**  
Juan Mari Suelves en su plantación de almendro autoenraizado en seto en seco. Peralta de Alcofea (Huesca).

**2**  
Sebastián Lora en Fuentes de Andalucía (Sevilla) disfrutando de su primer año de cosecha.

**3**  
Clientes de CBH en Mequinenza.

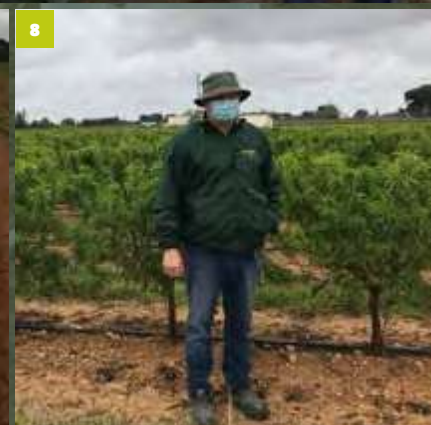


**4**  
Nuestro cliente João Vítor Mendes en el olivar en seto más antiguo en Portugal.

**5**  
Antonio González en Andujar nos muestra cómo se hacen los despuntes de formación con su olivar de 1 año.



**6**  
José Víctor Moro, agricultor de Rueda, con su plantación de almendro.



**7**  
David Descalzo. Bodegas la granadilla. Nava del Rey.

**8**  
Antonio Clemente. AFITTOVI. Plantación Penta R20 Enero 2018 marco 3x1,30. Villarrobledo (Castilla La Mancha).

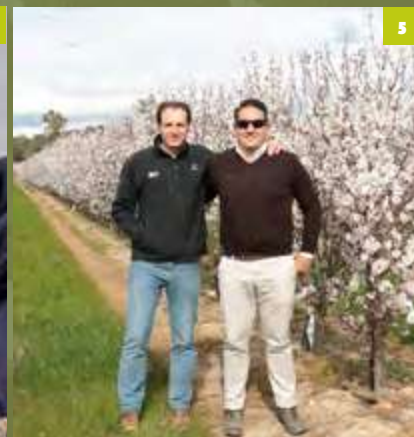
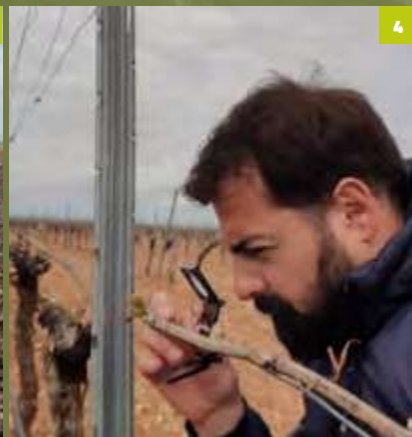




**1**  
Cata de vino con nuestro distribuidor VITICAMPO GALICIA.

**2**  
Con Asesoratec en FIMA.

**3**  
Con Manolo Harana (Asesoratec) en la primera plantación de almendro en seto en las marismas de Lebrija.



**4**  
Kiko Técnico de nuestro distribuidor AGRONANCLARES en Valladolid.

**5**  
Imagen de Alberto Obregon, delegado comercial de Agromillora y Luis Miguel Delgado gerente de la empresa Sociedad de Gestión.



**6**  
Paulino. Responsable de plantaciones de nuestro distribuidor Agrojardin, en Ledaña, Cuenca. Plantación de almendro seto en seco de Avijor autoenraizada.

**7**  
Jornada de formación para el equipo técnico de CBH, Mequinenza (Zaragoza).



**8**  
Distribución Juan RUIZ.

**9**  
Jornada técnica de distribuidores de Agromillora en Italia, febrero 2020.





Connected to agriculture

Hablamos  
el idioma  
del campo



Premio Novedad Técnica Sobresaliente  
Outstanding Technical Novelty Award

FIMA 2016



Carretera Lliria, 1.3.5 · 46380 Cheste, Valencia · España · tel. 962 510 369  
info@fedepulverizadores.com · www.fedepulverizadores.com





# REINVENTAMOS LOS secanos

#reinventamoslossecanos

LA RENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LOS CULTIVOS REALIZADOS EN SECANO ESTÁ LIGADA A LA EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA Y DEL RESTO DE RECURSOS PRODUCTIVOS.

Desde Agromillora os proponemos un nuevo modelo, el seto, y un nuevo formato de planta, el SmartTree, para ayudaros a reinventar vuestros secanos con la plantación de dos especies leñosas: el almendro y el olivar



Nuestras marcas:



SMARTTREE™

ROOTPAC™

MICROGRAFT™







# FUNGICIDA MULTIENFERMEDAD

Por qué  
conformarse  
con un cobre  
cuando puedes  
ser un oro.



**Neptune®** es la primera solución que te permitirá obtener un oro en aceite, controlando el repilo y la aceituna jabonosa sin perder un ápice de calidad.

Ahora tendrás independencia de las condiciones climáticas y más tiempo para realizar tus tratamientos.

## ADAMA