

INNO VA CIÓN



El plan de I+D del IVIA sobre el cultivo del aguacate

A medida que el cultivo del aguacate ha ido evolucionando en la Comunitat Valenciana, el IVIA ha conformado un plan integral de investigación y desarrollo que atiende desde aspectos como el riego y la fertilización hasta otros como la calidad del fruto y su tratamiento postcosecha, pasando por la polinización, el manejo de enfermedades y la mejora de patrones y variedades.

Frutos de aguacate de la variedad Hass (foto: Julio Climent).

El aguacate se ha convertido en los últimos años en uno de los cultivos de mayor crecimiento de la Comunitat Valenciana empujado por su buena adaptación a las condiciones de algunas zonas de nuestro territorio y los elevados precios obtenidos por sus productores.

Tanto es así, que resulta complicado dar cifras de superficie o producción que no queden obsoletas casi inmediatamente; los últimos datos de AVA-Asaja indican unas 3.800 hectáreas de este cultivo, cada una de las cuales produce hasta 11 toneladas de este apreciado fruto. Con un 15% del total, la valenciana es así ya la segunda comunidad en superficie productiva de España tras Andalucía.

Como es lógico y habitual, el IVIA respondió inmediatamente a la aparición del interés por el aguacate comenzando a trabajar en los principales aspectos del cultivo: riego, fertilización y tratamiento postcosecha de los frutos. Poco a poco, según el cultivo fue desarrollándose, comenzó a trabajarse en nuevos temas hasta conformar lo que puede considerarse un plan integral de investigación y desarrollo en este cultivo. Dicho plan, financiado tanto por aportaciones directas de la Conselleria de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat Valenciana, cofinanciadas por el Programa Operativo 2021-27 de los fondos europeos FEDER, como por diferentes convocatorias competitivas de proyectos, consta de siete áreas entre las cuales se abarcan los principales aspectos del cultivo.

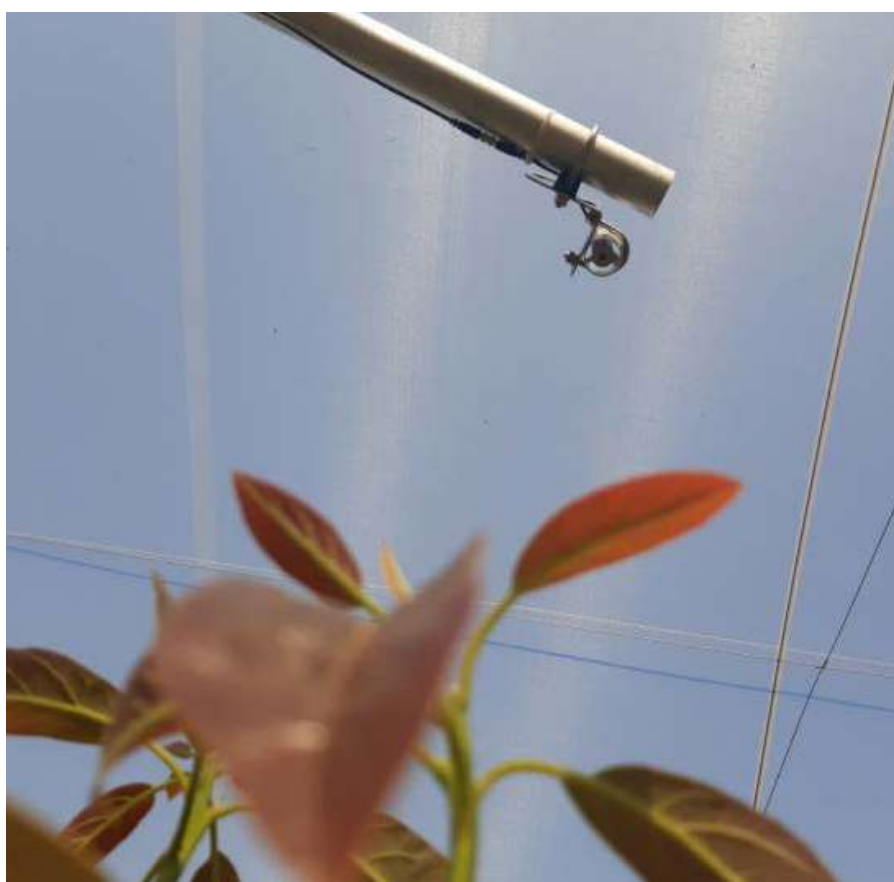
OPTIMIZACIÓN DEL RIEGO

Como corresponde a un nuevo cultivo, algunos de los principales objetivos y prioridades de la investigación se centran en el manejo del riego, atendiendo en este caso a los siguientes aspectos:

- **Necesidades hídricas.** El aguacate, por su origen y características, es una especie altamente demandante de agua; se ha podido acotar ya el régimen hídrico adecuado a nuestras condiciones, estableciéndose unas necesidades de agua para plantación adulta en el entorno de los 6.500 m³/ha al año. Toda la información de los ensayos de riego se ha incorporado a la **plataforma online de asesoramiento en riego** para que el usuario del agua de riego pueda obtener recomendaciones semanales de riego personalizadas y gratuitas.
- **Diseño agronómico.** El aguacate presenta una masa radicular muy superficial y poco eficiente, por lo que un inadecuado diseño agronómico del riego puede condicionar su potencial productivo. Los trabajos del IVIA acreditaron las ventajas de instalar un número de goteros más alto de lo habitual, idealmente de bajo caudal (<2 L/h) ya que la mayor superficie mojada parece favorecer una mejor distribución del agua en el suelo, con lo que permite al cultivo mantener una apertura estomática mayor y, por lo tanto, unos mejores niveles productivos.
- **Reducción de factores de estrés hídrico.** Una malla generadora de un ligero sombreado puede ser una estrategia de gran validez en esta especie, ya que mitiga la intensidad lumínica a la que está sometida la plantación, así como reduce la exigencia atmosférica en términos de evapotranspiración de referencia (ET_o). La malla mejora las condiciones de humedad del suelo, permite una mayor refrigeración de la hoja y favorece la apertura estomática en épocas de alta exigencia ambiental.
- **Mejora de aireación del suelo.** Con este objetivo, se está evaluando el efecto de la aplicación de peróxido de oxígeno en el agua de riego.



Sensor de infrarrojos para la evaluación de la temperatura de cubierta en ensayo bajo malla (foto: STR).



MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN

Ante la inexistencia de pautas de abonado acordes a nuestras condiciones de cultivo, cítricos, el equipo de Fertilidad del Suelo y Nutrición Vegetal está llevando a cabo diferentes ensayos con los **siguientes objetivos**:

- 1 Establecer rangos de referencia del diagnóstico nutricional en etapas fenológicas clave.
- 2 Evaluar pautas de manejo del suelo que nos permitan reducir los recursos utilizados.
- 3 Identificar y cuantificar las demandas estacionales de nutrientes en el marco de cuatro proyectos cofinanciados por la Unión Europea:
 - **AGUFERT (AVI)**. Su objetivo es establecer un modelo de manejo de la nutrición de aguacate en condiciones de la Comunitat Valenciana para aumentar la productividad de las explotaciones, la reducción de los inputs necesarios y las pérdidas de nutrientes fuera del sistema.
 - **SOSTESABIO (GVA/FEDER)**. Su objetivo es evaluar diversas pautas de manejo del suelo a través del incremento de la materia orgánica, con el fin de reducir los recursos utilizados (agua y nutrientes).
 - **AGRISMARTROBOT (AEI) y AGRINTELIGENCIA (GVA/FEDER)**. El objetivo de ambos proyectos, dentro de la línea de investigación de la nutrición del aguacate, es la cuantificación de las necesidades nutricionales anuales y en las diferentes etapas fenológicas mediante métodos destructivos.

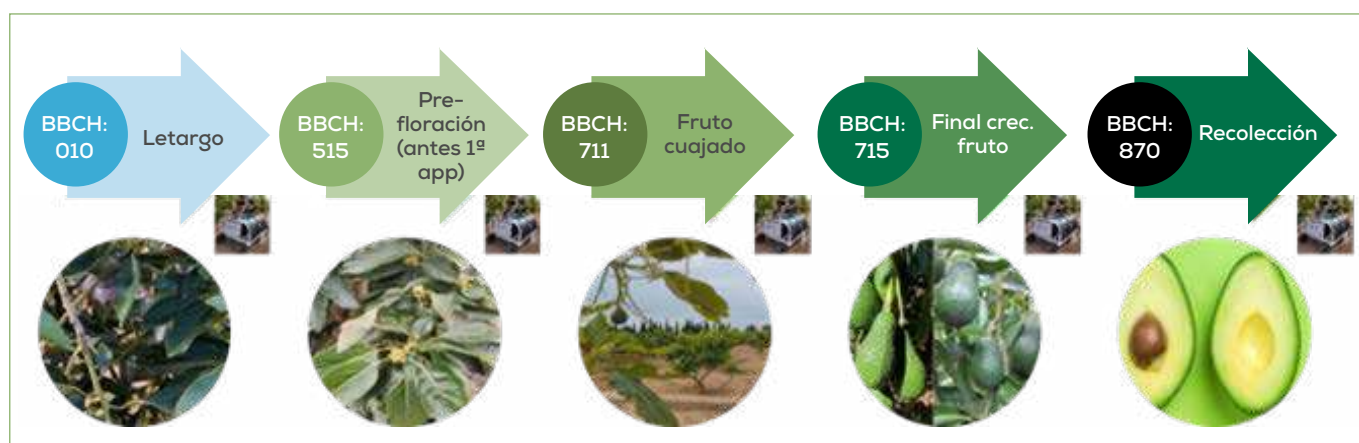


Figura 1. Etapas fenológicas clave del ciclo de cultivo en el que se están llevando a cabo los muestreos foliares, de suelo, toma de imágenes con robot y drones.

Determinar las pautas óptimas de fertilización y la relación entre el estado nutricional del árbol y la calidad del fruto constituye una parte sustancial de la investigación.



Medición del color externo, interno y firmeza de frutos de aguacate Lamb Hass (foto A. S.).

TRATAMIENTOS POSTCOSECHA Y CONSERVACIÓN

El aguacate requiere recolección y manejo postcosecha adaptados a nuestras condiciones de cultivo, ya que su comportamiento puede diferir de otras áreas de producción. Por ello, tres centros del IVIA colaboran para establecer las pautas óptimas de fertilización y la relación entre el estado nutricional del árbol y la calidad del fruto en las dos variedades más cultivadas en la Comunitat Valenciana: Hass y Lamb Hass. En dichos trabajos se está evaluando la calidad del fruto en el momento de recolección y su comportamiento durante la maduración. Se podrá así establecer correlaciones entre el manejo precosecha y la calidad del fruto.

Por otra parte, la variedad Lamb Hass, de recolección tardía, podría prolongar la campaña comercial del aguacate español y posibilitar que fuera presentado como producto de proximidad en el mercado europeo en momentos en que este únicamente es abastecido con aguacate del hemisferio sur. De acuerdo con ello, está en marcha un proyecto con los siguientes objetivos:

- 1 Caracterización de la madurez del fruto** durante el periodo prolongado de recolección.
- 2 Evaluación del comportamiento postcosecha** en diferentes momentos de recolección (maduración con y sin etileno, y frigoconservación).
- 3 Desarrollo de herramientas no destructivas** que permitan estimar el estado de madurez y la calidad del fruto tanto en el momento de cosecha como durante la comercialización. Ello permitirá desarrollar protocolos de manejo postcosecha en función del momento de recolección y el potencial escenario de comercialización.

DIGITALIZACIÓN

No hay aspecto de la práctica agrícola de hoy en día que no se vea beneficiado por la imparable digitalización del sector. Por ello, el uso de las más novedosas técnicas de sensorización, monitorización, análisis de la señal, tratamiento de datos e inteligencia artificial se integra en buena parte de los apartados del plan. En el caso del aguacate, se está trabajando en un desarrollo específico de gran interés para el sector: un equipo para la determinación rápida y no destructiva de la calidad del aguacate que esté adaptado a nuestras condiciones y permita con seguridad su recolección en el momento óptimo. El uso de este tipo de aparatos está ya muy extendido en el cultivo, pero su calibración en nuestro aguacate es en demasiadas ocasiones difícil y compleja, por lo que un equipo propio será un gran avance.

CUBIERTAS VEGETALES Y POLINIZACIÓN

El proyecto Agufert pretende incrementar el cuajado de frutos mediante la preservación de las comunidades de insectos polinizadores y el aumento de su presencia en el agroecosistema.



Arriba, campo de aguacates con cubierta de flores diversas (foto: C. M.).

Derecha, abeja en flor de aguacate (foto: J. C.).

La polinización del aguacate y el consecuente cuajado de frutos constituyen uno de los factores más limitantes de su producción en nuestras condiciones del cultivo, debido a que los complejos mecanismos de polinización de este cultivo, junto con su condición de especie exótica, hacen que las tasas de polinización sean muy reducidas y que los agentes sean insectos que en vegetales autóctonos suelen tener un papel marginal. Nuestros modelos productivos no favorecen la presencia de insectos polinizadores: el uso de determinadas materias activas en la protección de cultivos, así como la baja biodiversidad de especies vegetales en las zonas de cultivo son las principales causas atribuibles a la reducción de polinizadores en nuestra agricultura.

Por ello, desde el proyecto **Agufert** se pretende incrementar el cuajado de frutos en aguacate a través de una estrategia de aumento y preservación de las comunidades de polinizadores en este agroecosistema. Se va a estudiar cómo la utilización de cubiertas vegetales sembradas con especies cuyos periodos de floración abarquen desde al menos unas semanas antes de la floración del aguacate hasta que esta termine puede ayudar a fidelizar una comunidad de especies de insectos polinizadores a este cultivo que, además, sea capaz de incrementar sus niveles de polinización y cuajado. Durante la primavera, se estudiarán la abundancia y diversidad de los grupos más importantes de polinizadores que se asocian a las cubiertas vegetales sembradas y estos datos se relacionarán con la frecuencia de visitas a las flores del aguacate en los supuestos de existencia y ausencia de una cubierta vegetal floral sembrada. Estos censos de polinizadores y visitas se completarán con ensayos de eficiencia de la polinización mediante técnicas de exclusión de estos. El efecto del uso de este tipo de cubiertas finalmente se evaluará en la cosecha al comparar entre bloques el cuajado de frutos y otros parámetros de calidad de estos.



MANEJO Y CONTROL DE ENFERMEDADES FÚNGICAS

La detección temprana es clave para implementar las medidas adecuadas de control y manejo de enfermedades, minimizar su impacto y facilitar la expansión del cultivo.

Arriba, frutos recién cuajados de Lamb Hass (foto: J. C.).

Abajo, frutos de la variedad Lamb Hass en punto de recolección (foto: J. C.).



Dada la reciente implantación de este cultivo, el impacto de los patógenos habituales en el aguacate no ha sido estudiado en la Comunitat Valenciana. Sin embargo, es de vital importancia su detección temprana para poder poner en marcha las medidas de control y manejo adecuadas para minimizar su impacto y facilitar así la expansión del cultivo en nuestra región. En los primeros estudios realizados por el IVIA ya se han observado síntomas de decaimiento, clareo de copa, clorosis y muerte regresiva de ramas en distintas plantaciones de aguacate, poniendo de manifiesto la presencia tanto de patógenos aéreos como de suelo, aunque por el momento su incidencia es baja.

Por este motivo, el IVIA continuará evaluando la situación fitosanitaria del cultivo del aguacate en la Comunitat Valenciana, identificando los principales patógenos presentes e investigando el posible impacto negativo que puedan tener en este cultivo. Para ello, inicialmente se llevarán a cabo muestreos en las zonas productoras de aguacate. Se utilizarán técnicas convencionales de detección y diagnóstico en el laboratorio, como el aislamiento en medios de cultivo para hongos y oomicetos, y la caracterización morfológica de los patógenos obtenidos. Para la caracterización molecular de dichos organismos, se realizarán extracciones de ADN de los cultivos puros obtenidos y se secuenciarán diferentes genes que se compararán con bases de datos disponibles. Para confirmar la patogenicidad de dichos organismos, se procederá a la inoculación de plantas bajo condiciones controladas. Una vez se identifiquen los organismos fitopatógenos, se estudiará la etiología y la epidemiología de estas enfermedades para poder diseñar y desarrollar las estrategias de manejo más apropiadas, que incluirán, entre otras medidas agronómicas, el control biológico y la búsqueda de patrones tolerantes a patógenos del suelo.

MEJORA DE PATRONES Y VARIEDADES

Junto a la optimización del cultivo de las variedades más apreciadas en el mercado, en el IVIA nos planteamos iniciar un nuevo programa de mejora para desarrollar variedades y patrones que puedan ser de interés para el sector productor de aguacate por una mejor adaptación a nuestras condiciones. Comenzando por la generación de variabilidad sobre la que aplicar selección, se irá avanzando hacia la aplicación de aproximaciones genómicas que permitan optimizar el programa de mejora. La secuenciación de genomas como Lamb Hass y otras variedades, y su comparación con otros genomas ya secuenciados, como Hass, nos permitirá estudiar las diferencias genómicas entre los distintos materiales. Disponer de información fenotípica y genotípica de los distintos materiales nos permitirá identificar regiones del genoma que controlan caracteres de interés y potencialmente los genes responsables. Todo ello permitirá avanzar hacia una mejora de precisión.

>Autor del artículo:

Rodolfo Canet

Director del Institut Valencià
d'Investigacions Agràries (IVIA).

canet_rod@gva.es