



Miembros del proyecto Prometeo Integrant y autoridades.

Citricultura 2030: resiliencia, innovación y supervivencia frente al HLB

UNA JORNADA PENSADA PARA TRANSFERIR CONOCIMIENTO

La jornada mostró que el HLB exige una respuesta integrada y preventiva, combinando vigilancia, control biológico y transferencia rápida al sector. Ese enfoque conecta plenamente con el proyecto INTEGRANT, concebido para anticiparse al problema y reforzar la resiliencia citrícola.

El 27 de marzo de 2026, el IVIA acogió la jornada «**Citricultura 2030: resiliencia, innovación y supervivencia frente al HLB**». No fue una reunión científica al uso. La idea era poner sobre la mesa problemas concretos de la citricultura y, sobre todo, mostrar líneas de trabajo que ya están dando resultados o que pueden convertirse en herramientas útiles en poco tiempo. La jornada nació dentro del proyecto **PROMETEO CIPROM/2024/23 INTEGRANT, financiado por la Generalitat Valenciana**, centrado en mejorar la resiliencia del cultivo de cítricos mediante la integración de HIPVs, ABA, pequeñas moléculas y genómica. La jornada se planteó como la **primera acción de transferencia** de INTEGRANT y reunió a investigadores del IVIA, del IBMCP-CSIC y de la University of Florida. El recorrido de las ponencias fue claro: primero, el problema del HLB y sus vectores; después, la mejora genética y biotecnológica; a continuación, la activación de las defensas; luego, herramientas ya en uso en campo, y, para cerrar, nuevos patrones y variedades para un escenario marcado también por la sequía, la salinidad y el cambio climático.

EL HLB SIGUE SIENDO LA GRAN AMENAZA

La jornada arrancó con una idea simple: el **huanglongbing (HLB)** sigue siendo la enfermedad más grave de los cítricos. Alberto Urbaneja (IVIA) recordó que se trata de «la enfermedad más temible y destructiva» del cultivo y que sus dos principales vectores son *Trioza erytreae* y *Diaphorina citri*. También subrayó un punto clave para el contexto mediterráneo: *T. erytreae* está muy cerca de la cuenca mediterránea y *D. citri* ya está presente en ella. Eso obliga a cambiar de enfoque. La pregunta ya no es solo cómo reaccionar cuando el problema se instala, sino también cómo anticiparse. Ese fue precisamente el marco de la ponencia: hablar de **estrategias proactivas** frente al HLB y sus vectores, con una visión claramente mediterránea. No se trató de una charla teórica, sino de una revisión de casos concretos en los que la vigilancia, el control biológico y la colaboración internacional han permitido contener o reducir el problema.

EL CONTROL BIOLÓGICO YA ESTÁ DANDO RESULTADOS

Uno de los mensajes más claros de la mañana fue que el control biológico no es solo una idea a largo plazo, sino una herramienta ya en funcionamiento. En la primera parte de su intervención, Urbaneja presentó el caso de *Trioza erytreae* y el programa de control biológico clásico iniciado y liderado por el IVIA con el parasitoide *Tamarixia dryi*. Urbaneja mostró que el establecimiento, la dispersión y el impacto de este parasitoide tras su liberación han provocado una gran disminución de las poblaciones del vector en todo el nordeste de la Península Ibérica. El ejemplo más impactante fue el de las zonas citrícolas del Alentejo y el Algarve (Portugal), donde, gracias a la liberación de este parasitoide, *T. erytreae* ha pasado a considerarse oficialmente erradicada.

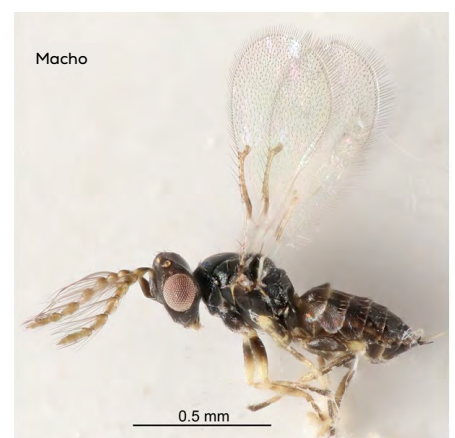
La otra gran parte de la ponencia de Urbaneja se centró en Chipre, donde *Diaphorina citri* se detectó por primera vez en agosto de 2023. A partir de ahí y con la colaboración del IVIA desde el primer momento, el gobierno chipriota activó un programa nacional de erradicación con tratamientos insecticidas, prospecciones intensivas, trampas cromáticas y trabajo de comunicación pública. Urbaneja mostró en su presentación cómo se comporta el vector en condiciones mediterráneas. Por ejemplo, se comprobó que *D. citri* sobrevive al invierno en estado adulto y permanece activa desde comienzos de marzo. Además, en los primeros brotes de primavera ya se detectaron adultos y huevos, lo que evidencia el inicio de una nueva generación. Asimismo, se identificó un gradiente de infestación en la isla, con niveles más altos en las zonas costeras y una presión más baja en las áreas interiores de temperaturas más frías. Urbaneja resumió las distintas misiones realizadas por el equipo de Entomología en el IVIA entre las que destacó la puesta en marcha de un programa de control biológico clásico con el parasitoide *Tamarixia radiata*.

Los resultados presentados en Chipre y Portugal evidencian que el control biológico ya ofrece soluciones reales frente a los vectores del HLB. INTEGRANT se alinea con esta visión aplicada, basada en la ciencia útil, la coordinación y el monitoreo continuo.

TAMARIXIA RADIATA FUNCIONA EN EL MEDITERRÁNEO

Tamarixia radiata se liberó en marzo y mayo de 2024 y, pocos meses después, ya se detectó su establecimiento y dispersión en un gran número de huertos ubicados en distintos distritos de la isla. Incluso se encontró evidencia de parasitismo en lugares donde no se habían realizado liberaciones, lo que llevó a explorar la posible presencia de parasitoides nativos. El equipo del IVIA descubrió la existencia de una especie distinta del género *Tamarixia*, nativa de Chipre, que posteriormente se clasificó taxonómicamente como *Tamarixia citricola*. La misión de octubre de 2025 confirmó una situación muy favorable, con niveles de parasitismo muy elevados y una reducción importante de *D. citri* respecto a 2023. En conjunto, los resultados obtenidos hasta el momento son muy esperanzadores y apuntan a una evolución positiva del programa de control biológico, aunque sigue siendo necesario mantener un monitoreo continuo y coordinado.

Adultos de *Tamarixia citricola* Hansson & Guerrieri (Hymenoptera: Eulophidae): hembra (izquierda) y macho (derecha). Barra de escala = 0,5 mm. Fotografía: Christer Hansson (Biological Museum, Lund University, Sweden).



Con la activación de las defensas, es posible reducir las plagas y modular las interacciones con los cítricos. Esta línea representa uno de los pilares científicos del proyecto INTEGRANT para construir resiliencia desde la propia planta.

Vista del salón de actos Eduardo Primo del IVIA durante la intervención del Dr. Manjul Dutt, de la University of Florida.



MEJORA CLÁSICA Y BIOTECNOLOGÍA: NO COMPITEN, SE COMPLEMENTAN

La ponencia de **Manjul Dutt**, de la University of Florida, ayudó a ampliar el foco. Su idea principal fue que la citricultura necesita combinar **la mejora clásica con la biotecnología** para responder mejor a las amenazas emergentes. Entre los objetivos de su programa de investigación que desarrolla en la estación experimental de Lake Alfred (CREC, UF) se incluye el uso de genómica y transcriptómica para acelerar la toma de decisiones en mejora genética, la mejora de la tolerancia a estrés abióticos y el desarrollo de variedades y portainjertos con mejor respuesta frente a enfermedades mediante edición génica y estrategias transgénicas. Su enfoque fue práctico: la biotecnología permite selección más temprana y una mayor precisión, pero sigue dependiendo de una diversidad genética real y de programas de mejora sólidos. También subrayó la importancia de aprovechar materiales infrautilizados dentro del género *Citrus*. En ese sentido, destacó la utilidad potencial de materiales con genética de limas australianas y de nuevos híbridos con una resistencia mejorada al HLB y a diferentes tipos de estrés.

ACTIVAR DEFENSAS PARA PROTEGER MEJOR EL ÁRBOL

Una de las presentaciones de la jornada más conectadas con el proyecto INTEGRANT fue la de **Meritxell Pérez-Hedo** (IBMCP-CSIC), centrada en la **activación de las defensas**. La base es sencilla de explicar: las plantas perciben señales, activan rutas metabólicas y generan respuestas que pueden hacerlas menos favorables para plagas y más atractivas a enemigos naturales. Entre esas señales, los HIPVs (del inglés: *herbivore-induced plant volatiles*) desempeñan un papel destacado al actuar como compuestos volátiles capaces de activar respuestas defensivas. La ponencia mostró resultados concretos con el volátil (Z)-3-hexenil propanoato [(Z)-3-HP]. En experimentos destinados a evaluar el efecto de la respuesta de la planta tras la exposición a (Z)-3-

HP frente a *D. citri*, se observó que este compuesto redujo de forma muy marcada tanto la puesta de huevos como el número de adultos. Además, en ensayos de campo con plantas centinela de *Murraya paniculata*, la puesta se redujo en aproximadamente un 70% en plantas expuestas al compuesto volátil. Así estas plantas activadas por volátiles fueron más atractivas para el parasitoide específico de *D. citri*, *T. radiata*, y añadió que la unión de estrategias es complementaria (como la combinación de parasitoides con volátiles) llegando a mortalidades del 100% de *D. citri*. Pérez-Hedo también presentó efectos sobre otras plagas como *Tetranychus urticae* y *Delottococcus aberiae*. En plantas expuestas a (Z)-3-HP se observó una menor progresión de

T. urticae y una reducción significativa del número de hembras de *D. aberiae*, además de cambios en el comportamiento de las plagas y de los enemigos naturales. Todo ello refuerza la idea de que esta estrategia no actúa sobre un solo organismo, sino sobre el conjunto de interacciones del cultivo. Además, en los ensayos presentados se observó que los cítricos con defensas activadas suprimen el metabolismo y la inmunidad de los áfidos, reduciendo así su aptitud biológica. Ese tipo de resultado da mucha fuerza al enfoque porque muestra que la planta no solo «soporta mejor» el ataque, sino que también puede afectar directamente el rendimiento del insecto.

NUEVOS PORTAINJERTOS PARA UN PROBLEMA QUE YA ES ESTRUCTURAL

Mejora genética, nuevos portainjertos y varias herramientas de campo, como IPCs o brasinoesteroides, dejaron un mensaje claro: la resiliencia se construye sumando estrategias complementarias. Precisamente ahí se sitúa INTEGRANT, integrando la innovación biotecnológica, el manejo y la adaptación climática.

La presentación de **Jude Grosser**, del UF CREC, fue muy clara en un punto: el problema del HLB ya no puede abordarse como un hecho aislado. Se ha convertido en un factor estructural y, por tanto, los portainjertos han pasado a ser un componente clave. Su presentación repasó el trabajo de mejora genética de portainjertos en la Universidad de Florida, que combinó diversidad genética, ensayos de campo, evaluaciones frente a plagas y enfermedades, y herramientas biotecnológicas. Entre los materiales destacados se encontraba Orange 14, seleccionado por su buena respuesta frente al HLB en varios ensayos de campo. Según se expuso en la presentación, los árboles injertados sobre este portainjerto han mostrado un buen comportamiento en Florida bajo condiciones de HLB endémico y en parcelas sometidas a alta presión de *Diaprepes* y *Phytophthora*. De hecho, varios productores han solicitado su liberación comercial porque supera a los portainjertos comerciales de referencia en condiciones difíciles. También se presentó el caso de STR-4-1, un mutante de x639 con una respuesta especialmente llamativa. Este tipo de ejemplos refuerza la idea de que el portainjerto puede aportar una tolerancia real a la variedad injertada y abrir una vía muy útil hacia una mejor convivencia con la enfermedad.

DE FLORIDA LLEGAN HERRAMIENTAS YA APLICABLES

La charla de **Fernando Alférez**, del SWFREC de la University of Florida, fue probablemente la más orientada a las necesidades inmediatas del agricultor en Florida. Partió de un contexto muy duro, marcado por la reducción de la superficie citrícola, el abandono de explotaciones, la escasez de fruta para el procesamiento y una industria fuertemente castigada. Aun así, su mensaje fue claramente práctico: ya existen herramientas que funcionan y se están aplicando en campo, entre ellas los CUPS, los IPCs, las terapias hormonales, la oxitetraciclina y nuevas variedades con mayor tolerancia al HLB. Uno de los datos más reveladores de la presentación fue la rapidez con la que se infectan las nuevas plantaciones: en campos recién establecidos y sin protección, en menos de seis meses la mayoría de los árboles ya resultan positivos para HLB. Este hecho explica el desarrollo y la adopción de medidas físicas de exclusión.

En este contexto, los IPCs (*Individual Protective Covers*: fundas o mallas protectoras individuales que se colocan sobre árboles jóvenes para impedir el acceso de *D. citri* y reducir así la transmisión del HLB) ocuparon un lugar central en la ponencia. Se destacó que ya hay más de 20.000 acres comerciales y más de un millón de estructuras instaladas, lo que demuestra que han dejado de ser una solución experimental para convertirse en una herramienta aplicada a escala real. Además, se subrayó que los IPCs previenen la infección por HLB y que, incluso tras su retirada, su efecto beneficioso puede mantenerse a lo largo del tiempo. La presentación también aportó información relevante sobre la calidad de la fruta. Alférez mostró que, incluso tras retirar los IPCs, la fruta producida durante varias campañas mantiene valores de Brix superiores a los de los árboles no protegidos. No obstante, dejó claro que, aunque los IPCs son muy eficaces en árboles jóvenes, no resuelven por sí solos el problema, ya que con el tiempo los árboles acaban infectándose y son necesarias estrategias complementarias. En ese punto entran los brasinoesteroides (BRs). Alférez presentó ensayos en los que se combinaban IPCs y tratamientos con BRs, con resultados que apuntan a una brotación más sincronizada, copas más densas, mayor contenido de clorofila, mayor cuajado, mayor grosor del tronco y un aumento del volumen de copa.



Plantación comercial de pummelo en Hendry County (Florida, EE. UU.), con árboles de 1,5 años protegidos individualmente (IPCs) en una parcela de 5 hectáreas. La imagen refleja el tipo de estrategias de adaptación que la citricultura está impulsando en zonas amenazadas por el HLB.

También se mostraron datos que sugieren una menor presencia bacteriana cuando se combinan IPCs y BRs en árboles ya infectados. Por último, la ponencia presentó resultados sobre estrés abiótico, indicando que los BRs aumentan la tolerancia al frío. Este aspecto resulta especialmente relevante en un escenario en el que la resiliencia del cultivo ya no debe entenderse solo frente a la enfermedad, sino también frente a eventos climáticos extremos. En conjunto, la conclusión fue clara: los IPCs son una herramienta útil y eficaz, y los brasinoesteroides pueden constituir un complemento de gran valor tanto frente al HLB como frente al estrés abiótico.

RUTA HACIA CÍTRICOS RESILIENTES: OBJETIVOS DEL PROYECTO



WP1: ACTIVAR DEFENSAS

Identificar y diseñar compuestos bioactivos mediante IA para modular las respuestas de estrés.



WP2: ENTENDER CÓMO FUNCIONAN

Disecar las redes de señalización y antioxidantes mediante tecnologías ómicas y análisis fisiológico.



WP3: IDENTIFICAR GENES CLAVE

Priorizar y validar funcionalmente los genes reguladores que controlan la resiliencia de la planta.



WP4: PROBAR SOLUCIONES

Evaluar la eficacia de los compuestos en sistemas reales frente al HLB y enemigos naturales.



WP5: MEJORAR LAS PLANTAS

Desarrollar líneas de plantas editadas genéticamente con CRISPR-Cas9 para una resistencia duradera.

EL CAMBIO CLIMÁTICO TAMBIÉN ESTÁ REDISEÑANDO LA CITRICULTURA

La última parte de la jornada, con **María Ángeles Forner-Giner** del IVIA, sirvió para ampliar el foco. Porque el futuro de la citricultura no depende solo del HLB. También depende de la capacidad del cultivo para resistir **la salinidad, el encharcamiento, la sequía y las temperaturas extremas**. Su ponencia dejó claro que estos factores ya están condicionando la elección de material vegetal y que el patrón vuelve a tener un papel decisivo. Entre los materiales presentados destacó **Forner-Alcaide 5**, descrito como un híbrido con excelente tolerancia a la salinidad, buena tolerancia a suelos calizos, resistencia al encharcamiento, resistencia a nematodos, excelente productividad y buena calidad de fruta. En la parte dedicada al encharcamiento, también se situó entre los materiales con mayor tolerancia. En el bloque de sequía, la presentación destacó el portainjerto **Forner-Alcaide 74**, que definió como un patrón resistente a la sequía, con elevada productividad, excelente calidad de fruta y poca caída de esta. Este tipo de materiales encaja muy bien con la idea general de la jornada: la resiliencia no se construye solo defendiendo al árbol del vector o del patógeno, sino también eligiendo mejor la base sobre la que ese árbol va a crecer.

UNA IDEA FINAL: NO HAY UNA SOLA SOLUCIÓN

La principal conclusión de la jornada fue bastante clara. No hay una única solución para el HLB ni para los problemas que vendrán. Lo que sí hay es un conjunto de líneas de trabajo que empiezan a encajar entre sí: vigilancia y control biológico, mejora genética, nuevos portainjertos, activación de defensas y herramientas de manejo que ya pueden llegar al campo. Todo eso explica bien el sentido de una jornada como esta y también el papel de INTEGRANT como proyecto que busca conectar la ciencia y la transferencia.

AGRADECIMIENTOS

Esta jornada fue organizada por el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), financiada por el programa PROMETEO 2025 para grupos de investigación de excelencia (proyecto INTEGRANT, CIPROM/2024/23), de la Conselleria de Educación, Cultura, Universidades y Empleo de la Generalitat Valenciana, y contó además con el apoyo y colaboración de la Interprofesional Citrícola Española (Intercitrus).

>Autoría del artículo:

Alberto Urbaneja¹, Manjul Dutt², Meritxell Pérez-Hedo³, Fernando Alférez⁴, Jude Grosser² y María Ángeles Forner-Giner¹

¹ Institut Valencià d'Investigacions Agràries (IVIA).

² Citrus Research and Education Center (CREC), University of Florida.

³ Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (IBMCP-CSIC).

⁴ Southwest Florida Research and Education Center (SWFREC), University of Florida. urbaneja_alb@gva.es