

Estrategias de manejo químico de *Trioza erytreae* en el cultivo de los cítricos

Se analiza la eficacia de los insecticidas y su combinación con un coadyuvante natural

M. Dionisio¹, J.M. Arjona-López², E. Hernández-Suárez¹, F. Siverio^{1,3}, A. Hervalejo², F.J. Arenas-Arenas².

¹ Unidad de Protección Vegetal, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA). La Laguna, Tenerife, Islas Canarias.

² Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), IFAPA Centro Las Torres, Alcalá del Río, Sevilla.

³ Sección de Laboratorio de Sanidad Vegetal. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias. La Laguna, Tenerife, Islas Canarias.

El huanglongbing de los cítricos (HLB) es una de las enfermedades de mayor importancia de este cultivo. Está causada por tres especies bacterianas floemáticas cuya transmisión se realiza principalmente a través de dos especies de insectos vectores: *Trioza erytreae* y *Diaphorina citri*. Actualmente el control del HLB contempla el uso intensivo de tratamientos insecticidas para la reducción de las poblaciones del insecto vector, poco compatible con las exigencias y restricciones impuestas por la legislación europea en materia fitosanitaria. Así, se requiere de la evaluación de diferentes materias activas y su combinación con coadyuvantes, a fin de identificar estrategias de control químico más sostenibles.

En 2019, la cuenca mediterránea se situó como la segunda región de importancia cítrica del mundo con un 13% de la producción mundial, por detrás de China (43%). Dentro de esta región, España es el primer productor de cítricos con más de 6 millones de toneladas, superando a Egipto, Turquía, Italia y Marruecos (Faostat,

2021). Por lo tanto, con una superficie cercana a las 300.000 hectáreas, se posiciona como un sector económicamente estratégico en aquellas regiones con mayor producción (Andalucía, Comunidad Valenciana, Cataluña, Región de Murcia y Canarias) (MAPA, 2021).

El huanglongbing (HLB) o greening de los cítricos es la enfermedad emergente más



Foto 1. Presencia de agallas, melaza y negrilla en las hojas a causa de *T. erytreae*.

destruictiva de este cultivo a nivel mundial, y está causada por tres especies de bacterias fitopatógenas restringidas al floema: *Candidatus Liberibacter asiaticus* (Jagoueix, Bové & Garnier), *Candidatus Liberibacter americanus* (Teixeira, Saillard, Eveillard, Danet, da Costa, Ayres & Bové), y *Candidatus Liberibacter africanus* (Jagoueix, Bové & Garnier) (Jagoueix *et al.*, 1994; Bové, 2006; Bové and Ayres, 2007). Los árboles infectados por estos patógenos muestran inicialmente síntomas de debilitamiento, pasando a ser improductivos y finalmente derivando en su muerte en 5-10 años aproximadamente (Bové, 2006; Polek *et al.*, 2007; Hernández-Fuentes *et al.*, 2012).

Candidatus Liberibacter spp. se puede transmitir mediante injerto de material vegetal infectado a árboles sanos y/o naturalmente mediante insectos vectores como las psilas *Diaphorina citri* (Kuwayama) y *Trioza erytreae* (Del Gercio) (Bové, 2006; Gottwald *et al.*, 2007). Aunque ninguna especie bacteriana causante del HLB ha sido detectada en Europa ni en los países de la cuenca mediterránea (Siverio *et al.*, 2017), la psila africana de los cítricos (*T. erytreae*) originaria del sur de África, se ha detectado en España y Portugal recientemente (2014).

Este insecto vector se detectó por primera vez en la isla de Madeira (Portugal) en 1994, posteriormente se encontró en Tenerife (Islas Canarias, España) en 2002, estando actualmente presente en todas las islas del archipiélago excepto en Fuerteventura y La Graciosa (EPPO Global Database, 2020). En 2014, se describió su presencia por primera vez en la Península Ibérica, concretamente en Pontevedra (España) y en Oporto (Portugal) (Pérez-Otero *et al.*, 2015). Esta psila se ha propagado por todo el noreste peninsular, regiones del cantábrico (Asturias, Cantabria y País Vasco) y hasta zonas cercanas a Lisboa (Portugal), lo que supone una amenaza



Foto 2. Adultos y puesta de huevos de *T. erytreae* en los brotes jóvenes de cítricos.



Foto 3. Ninfas situadas en las agallas de la hoja.

para el sector cítrico del sur peninsular (Arenas-Arenas *et al.*, 2018, 2019).

Características y control del insecto vector

T. erytreae es un insecto específico de la familia de las Rutáceas. Los adultos y ninfas se alimentan mediante el aparato bucal picador-chupador del floema de estas plantas que es donde se propagan las especies bacterianas causantes del HLB. Así, *T. erytreae* puede atacar a todas las especies de cítricos que se cultivan, teniendo preferencia por el limonero (*Citrus limon* (L.) Burm. f.) y la lima (*Citrus aurantiifolia* Christm.) (Bové, 2006; Cocuzza *et al.*, 2016; Aidoo, 2019; Aidoo *et al.*, 2019), pudiendo establecerse fácilmente en diferentes variedades de naran-

jos y mandarinos (CABI, 2021). Este psílido también causa daños directos al alimentarse especialmente de los brotes tiernos durante primavera-verano, produciendo brotes amarillentos e irregulares, y presencia de agallas en las hojas. Además, todos los estadios de desarrollo de esta especie liberan melaza que se deposita en hojas y frutos induciendo la aparición del hongo de la negrilla o fumagina (**foto 1**).

Los adultos pueden llegar a tener un tamaño aproximado de 4,5 mm y vivir 1-2 meses. Las hembras son muy prolíficas, pueden poner miles de huevos preferentemente en el haz de las hojas y a lo largo del nervio central y/o en los márgenes de las hojas (**foto 2**). Las ninfas se sitúan individualmente en las agallas que causan en las hojas jóvenes, las cuales pre-



Foto 4. Aislamiento de las brotaciones inoculadas con adultos de *T. erytrae* dentro de bolsas de tul.

sentan un abultamiento en el haz que se corresponde con un nido hueco en el envés (foto 3). Además, puede coexistir con muchas de las plagas y enfermedades tradicionales de los cítricos como el minador (*Phyllocnistis citrella* Stainton), el pulgón (*Aphis gossypii* Glover) y la tristeza de los cítricos (virus CTV) (Folimonova *et al.*, 2009).

Este insecto vector posee una elevada capacidad de dispersión, pudiendo volar cientos de metros hasta colonizar nuevas áreas o ser desplazadas por corrientes de aire cálido (Samways y Manicom, 1983). Esta capacidad dispersiva, su potencial reproductor y/o velocidad de desarrollo están estrechamente influenciadas por las condiciones ambientales. Los individuos de esta especie pueden resistir intensas precipitaciones o elevada humedad relativa, pero no soportan temperaturas extremas como bajas/altas temperaturas o una baja humedad relativa (Catling, 1969a; da Graça, 2008). El control del insecto vector es considerado la principal estrategia preventiva frente al HLB. Por lo tanto, el uso de insecticidas de amplio espectro ha sido la herra-



Foto 5. Pulverizadores manuales utilizados para el tratamiento.

mienta más común para el manejo de la psila africana de los cítricos en aquellos países de África donde se encuentra ampliamente distribuida (van den Berg, 1990). Tiametoxam ha sido la materia activa más común y efectiva en los territorios europeos afectados por esta plaga hasta abril de 2019 (Reglamento de Ejecución (UE) 2018/785 de la Comisión de 29 de mayo). Sin embargo, su empleo en cultivos al aire libre ha sido prohibido a partir de la fecha descrita, siendo acetamiprid el único neonicotinoide autorizado por la legislación europea en la actualidad (EU law - EUR-Lex, 2021). Además, varios estudios aportan información sobre la eficacia de otros insecticidas, pertenecientes a distintas familias, en el control de insectos psílidos que son plagas de cítricos, como dimetoato (organofosforado retirado del mercado), acetamiprid (neonicotinoide), lambda cihalotrin (piretroide) y ciantraniliprol (diamida) (Catling, 1969b; Vega-Gutierrez *et al.*, 2008; Qureshi *et al.*, 2014; Rizza *et al.*, 2019). Actualmente ciantraniliprol se encuentra autorizado por el registro de productos fitosanitarios del Ministerio de

Agricultura, Pesca y Alimentación para aplicar contra plagas en el cultivo de lechuga, pimiento y tomate (MAPA, 2021).

Pulverizaciones foliares con dimetoato han sido utilizadas para el control de *T. erytrae* en Sudáfrica, sin embargo, esta materia activa no se encuentra autorizada para su uso en la agricultura europea en la actualidad (Reglamento de ejecución (EU) 2019/1090 de la comisión de 26 de junio de 2019).

Debido a este problema para la citricultura española, el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (Icía) y el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (Ifapa) llevaron a cabo ensayos de semicampo y campo en el año 2019, para evaluar la eficacia de diversos insecticidas frente a *T. erytrae*. Se evaluaron cinco materias activas insecticidas pertenecientes a diferentes familias químicas, comúnmente utilizadas por los agricultores de España, combinando cada compuesto químico con un adyuvante a fin de mejorar la eficacia de las aplicaciones fitosanitarias (aceite de pino).

Metodología

Ensayo en condiciones de semicampo

Este experimento se realizó en un invernadero experimental perteneciente al Icia en Pozo Izquierdo (Gran Canaria) con 36 plantones de naranjo de la variedad Washington Navel con una altura aproximada de 100-120 cm, los cuales se deshojaron para inducir una nueva brotación.

Los adultos de *T. erytrae* utilizados para la inoculación de estas plantas fueron capturados en una finca comercial de limonero (*Citrus limón* (L.) Osbeck), sin tratamientos químicos localizada en Valleseco (Gran



Foto 6. Empleo de pantallas plásticas durante la aplicación de cada tratamiento.

Canaria), se distribuyeron en tubos de ensayos (8-10 adultos de *T. erytrae*/tubo). Se seleccionaron dos brotes por cada planta, que se inocularon

con un tubo de ensayo con los adultos por cada brote, confinando el brote con una bolsa de tul (foto 4). Estos adultos se mantuvieron en los brotes durante cuatro días para inducir la puesta de huevos y el posterior desarrollo de las ninfas de psila antes del inicio de los tratamientos.

El diseño experimental del ensayo consistió en tres bloques al azar, con doce tratamientos y tres plantas por cada tratamiento, teniendo como unidad experimental cada brote. Los tratamientos realizados consistieron en cinco materias activas insecticidas aplicadas de forma individual y en combinación con aceite de pino cada

Creciendo. Juntos.



Elija soluciones personalizadas para la Agricultura de Precisión.

Sea cual sea el tipo de vehículo o implemento, Topcon ofrece productos de precisión y soluciones para cada cultivo, que le ayudaran a satisfacer las necesidades de una Agricultura en constante cambio.

Visita www.topconpositioning.com/es

 **TOPCON**



Foto 7. Presencia de nuevos brotes infestados por *Trioza erytreae*.



Foto 8. Detalle de la aplicación realizada en el cultivo de limonero.

una (coadyuvante natural), el control de aceite de pino y control de agua. Para cada tratamiento se preparó 1 litro de caldo con la concentración más elevada recomendada por el fabricante para cada materia activa (**cuadro I**). Todos los caldos se prepararon añadiendo un corrector de pH (Triple Color) y se aplicaron el mismo día (2 de julio de 2019) utilizando un pulverizador manual (**foto 5**). Durante la aplicación de los tratamientos se emplearon pantallas plásticas para evitar la deriva de producto hacia las plantas adyacentes. Las bolsas de tul fueron retiradas antes de la aplicación y se recolocaron una vez finalizado el tratamiento (**foto 6**).

Ensayo en condiciones de campo

Este ensayo se llevó a cabo en un cultivo comercial de limonero sin tratamientos químicos recientes, con una infestación homogénea de *T. erytreae* y con presencia de nuevos brotes (**foto 7**). La finca se encuentra localizada en la zona norte de la isla de Gran Canaria, en el municipio de Valleseco. Se seleccionaron un total de 72 árboles, considerando un nivel similar de tamaño, estado sanitario e

CUADRO I. MATERIAS ACTIVAS UTILIZADAS EN CADA TRATAMIENTO, DOSIS RECOMENDAS Y DOSIS EMPLEADAS EN EL ESTUDIO.

Tratamiento (materia activa)	Dosis recomendada	Dosis empleada	Autorización cítricos
Control			
Aceite de pino	100 cc/hl	100 cc/hl	Sí
Dimetoato	100-150 cc/hl	150 cc/hl	No
Dimetoato + aceite de pino	100-150 cc/hl + 100 cc/hl	150 cc/hl + 100 cc/hl	No
Lambda cihalotrin	40-80 g/hl	80 g/hl	Sí
Lambda cihalotrin + aceite de pino	40-80 g/hl + 100 cc/hl	80 g/hl + 100 cc/hl	Sí
Acetamiprid	25-50 g/hl	50 g/hl	Sí
Acetamiprid + aceite de pino	25-50 g/hl + 100 cc/hl	50 g/hl + 100 cc/hl	Sí
Flonicamid	5 g/hl	5 g/hl	Sí
Flonicamid + aceite de pino	5 g/hl + 100 cc/hl	5 g/hl + 100 cc/hl	Sí
Ciantraniliprol	100-125 cc/hl	125 cc/hl	No
Ciantraniliprol + aceite de pino	100-125 cc/hl + 100 cc/hl	125 cc/hl + 100 cc/hl	No

infestación de la plaga. Así, se realizó un diseño experimental en bloques de tres repeticiones con una parcela experimental formada por dos árboles. En cada uno de los árboles se seleccionaron tres brotes con presencia natural de huevos y ninfas de *T. erytreae* (100-200 individuos por brote), estos brotes se cubrieron con bolsas de tul.

Se aplicaron los mismos tratamientos con las mismas dosis que en el ensayo de invernadero (**cuadro I**). Todos los caldos se prepararon añadiendo un corrector de pH (Triple Color) y se aplicaron en la mis-

ma fecha (29 de abril de 2019) utilizando una mochila pulverizadora eléctrica Kuril KSP 18D (12 V 7 Ah, con capacidad máxima de 18 litros, con una presión de 4 bar y una bomba de membrana) con una pistola provista de una boquilla de 1,6 mm. Para cada tratamiento se empleó un volumen de caldo de 5,54 litros y las plantas adyacentes fueron protegidas con pantallas plásticas para evitar la contaminación del tratamiento (**foto 8**). Además, las bolsas de tul fueron retiradas antes de la aplicación y se recolocaron una vez finalizada la aplicación.

FENDT

fendt.com | Fendt is a worldwide brand of AGCO.

Evaluación y análisis de los resultados

Para evaluar la eficacia de los insecticidas bajo condiciones de semicampo y campo se contabilizó el número de huevos, ninfas y adultos por cada brote seleccionado antes de aplicar los tratamientos, así como a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación (dda). Los conteos se realizaron con una lupa de cabeza (8PK-MA003N 1.8X, 2.3X, 4.8X). Se calculó el porcentaje de eficacia (PE, %) considerando la totalidad de los individuos vivos (huevos + adultos + ninfas) para cada fecha respecto al tratamiento control, usando la fórmula de Abbott (Abbott, 1925): $PE = 100(C - T)/C$ (donde C = media de individuos vivos en el tratamiento control para cada evaluación; T = individuos vivos para cada repetición y evaluación).

Resultados

Eficacia bajo condiciones de semicampo

Para este ensayo la combinación del insecticida ciantraniliprol con aceite de pino resultó ser el tratamiento con mayor eficacia sobre los individuos de *T. erytrae* en todas las evaluaciones realizadas excepto a los 7 días después de la aplicación (dda). Así, en el último del muestreo (28 días después de la aplicación), este tratamiento produjo una eficacia del 98,09%, seguido de los siguientes tratamientos en orden descendente: ciantraniliprol con 92%; acetamiprid con 91,30%; dimetoato + aceite de pino con 88,87%; lambda cihalotrin + aceite de pino con 79,13%; dimetoato con 77,46%; acetamiprid + aceite de pino con 70,09%; flonicamid + aceite de pino con 66,43%; lambda cihalotrin con 65,04%; flonicamid con 53,94%, y el control de aceite de pino con 25,65%.

En general, la adición del coadyuvante natural mejoró la eficacia para todos los insecticidas y en todas las evaluaciones realizadas durante el periodo del ensayo, exceptuando este resultado para el caso de acetamiprid, cuya eficacia se redujo al ser combinado con aceite de pino (**figura 1**).

Eficacia bajo condiciones de campo

En cuanto a los resultados de campo, la combinación de la materia activa ciantraniliprol con el coadyuvante natural fue el tratamiento con mayor eficacia para todas las evaluaciones realizadas. Por lo tanto, con este tratamiento se obtuvo la más alta eficacia sobre los individuos de *T. erytrae* a los 28 días después de la aplicación con 93,74%, seguido de los siguientes tratamientos en orden descendente: dimetoato + aceite de pino con 91,85%; ciantraniliprol con 90,1%; dimetoato con 87,48%; lambda cihalotrin + aceite de pino con 82,53%; acetamiprid con 80,42%; acetamiprid + aceite de pino con 76,10%;



Renovarse y bien vivir. Fendt 700 Vario con FendtONE.

Mejora tu forma de vivir, renovando tu manera de trabajar, con FendtONE.

Más pantallas, múltiples botones de libre asignación, personalización completa y tan fácil de usar que comenzarás a disfrutar en cuanto pongas un pie en la cabina.

El Fendt 700 Vario ya era genial, ahora es aún mejor. Pruébalo gratis.



Pide
tu demo.

It's Fendt. Porque comprendemos la agricultura.

FIG. 1 Porcentaje de eficacia Abbott de los tratamientos evaluados en las diferentes fechas de evaluación en condiciones de semicampo (dda: días después de la aplicación).

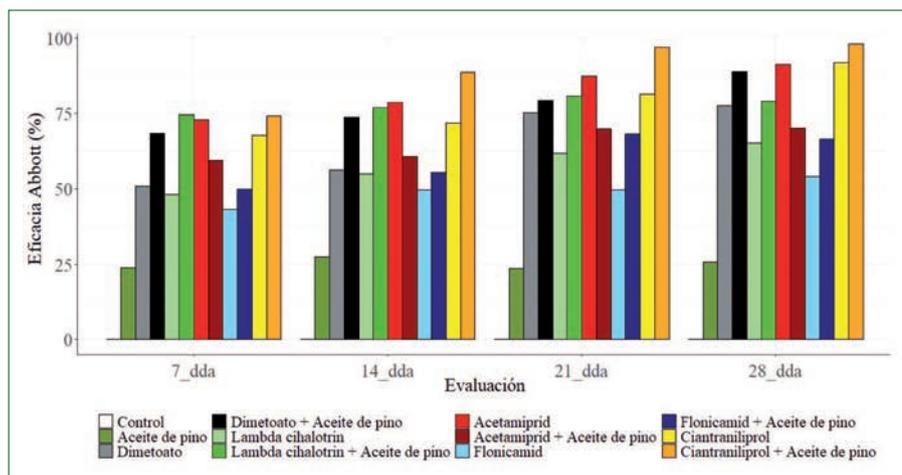
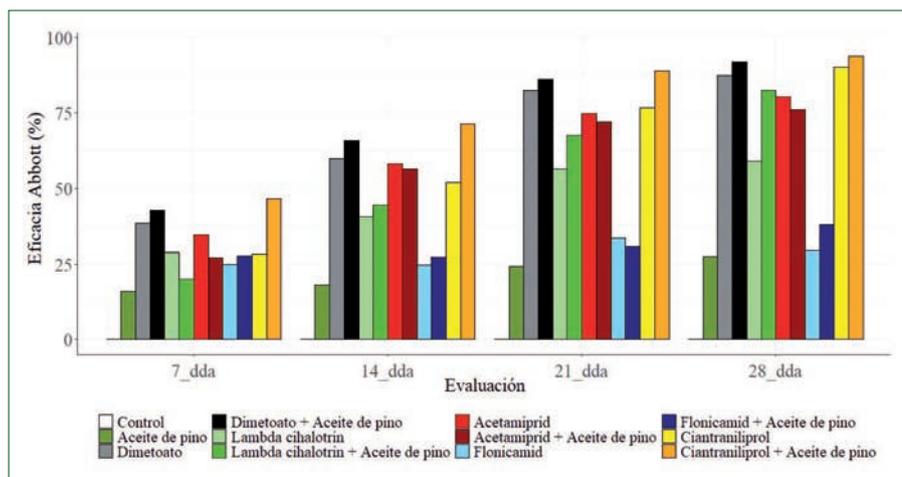


FIG. 2 Porcentaje de eficacia Abbott de los tratamientos evaluados en las diferentes fechas de evaluación bajo condiciones de campo (dda: días después de la aplicación).



lambda cihalotrin con 59,02%; fonicamid + aceite de pino con 38,06%; fonicamid con 29,45%; el control de aceite de pino con 27,56%.

Además, la adición de aceite de pino mejoró la eficacia de todas las materias activas aplicadas para todas las evaluaciones realizadas, excepto con lambda cihalotrin y fonicamid a los 7 y 21 días después de la aplicación, respectivamente. En el caso de acetamiprid no mejoró su eficacia al añadir el coadyuvante natu-

ral durante todo el periodo del ensayo (figura 2).

Conclusiones

En este trabajo se ha realizado un ensayo de semicampo y un ensayo de campo con los mismos tratamientos para evaluar su eficacia frente a *Trioza erytreae*, obteniendo una respuesta similar en ambas condiciones. Así, se observó un incremento en la eficacia para las materias

activas aplicadas en el control de *T. erytreae* cuando estos productos químicos se combinaron con aceite de pino, excepto para el caso del neonicotinoide aplicado (acetamiprid), el cual en todo momento redujo su eficacia cuando se combinó con el coadyuvante natural.

Además, en ambas condiciones experimentales se observó la eficacia más alta con la materia activa ciantraniliprol y su combinación con el coadyuvante natural, mientras que la menor eficacia por parte de un insecticida se obtuvo con la piridina testada (flonicamid) y su combinación con aceite de pino. Por otra parte, se obtuvo una importante eficacia con un segundo grupo de materias activas, formado por dimetoato, acetamiprid, lambda cihalotrin y sus correspondientes combinaciones con aceite de pino, los cuales registraron unos valores de eficacia entre un 59% y un 91% bajo condiciones de semicampo y campo.

Este estudio proporciona información sobre la efectividad de diferentes materias activas y su empleo junto con un adyuvante natural a fin de proporcionar herramientas para el desarrollo de una estrategia de control química más eficiente y sostenible.

Por otro lado, un mayor conocimiento sobre materias activas de distintos modos de acción supone una oportunidad a fin de evitar el desarrollo de resistencias y la erosión de la biodiversidad (fauna auxiliar) mediante la adecuada elección y rotación de las materias activas. ■

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha desarrollado en el marco de un proyecto cofinanciado por fondos FEDER "Red de Experimentación y Transferencia de Cítricos en Andalucía" (TRA.TRA.2019.001). Los autores desean agradecer la aportación realizada por la empresa Daymsa y por Eitán Martín Oro para la consecución de estos resultados.

BIBLIOGRAFÍA

Existe una amplia bibliografía que pueden solicitar a través del e-mail: redaccion@eumedia.es