

Control químico de *Trioza erytreae*, vector del Huanglongbing de los cítricos

Figura 1. Huevos de *Trioza erytreae*.

P. MOLINA¹, E. HERNÁNDEZ-SUÁREZ², J. MIGUEL CAMPOS-RIVELA¹, R. RIZZA², N. AGUSTÍ¹, F. SIVERIO^{2,3}, A. HERVALEJO⁴, F.J. ARENAS-ARENAS⁴, M.T. MARTÍNEZ-FERRER¹

(1) Programa de Protección Vegetal Sostenible, Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA).

(2) Departamento de Protección Vegetal, Instituto Canario de Investigación Agrícola (ICIA).

(3) Sección del Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca del Gobierno de Canarias.

(4) Departamento de Ingeniería y Tecnología Agroalimentaria (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), Junta de Andalucía.

RESUMEN

La psila africana de los cítricos, *Trioza erytrae*, es un vector de las bacterias *Candidatus Liberibacter africanus* y *Ca. L. asiaticus*, agentes causales de la enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB), enverdecimiento de los cítricos (citrus greening disease) o enfermedad de los brotes amarillos. El HLB es actualmente la enfermedad más devastadora de los cítricos a nivel mundial, asociada con el colapso de importantes regiones de producción de cítricos en Asia, América y África. En este estudio se valora la eficacia de quince productos insecticidas con el objetivo de controlar las poblaciones de la psila africana de los cítricos, *Trioza erytrae*, vector del Huanglongbing.

Palabras clave: HLB, Cítricos, Psila africana de los cítricos, Huanglongbing, Insecticidas.

ABSTRACT

Chemical control of *Trioza erytrae*, vector of citrus Huanglongbing disease. The African citrus psylla, *Trioza erytrae*, is a vector of the bacteria *Candidatus Liberibacter africanus* and *Ca. L. asiaticus*, causative agents of the disease known as Huanglongbing (HLB), citrus greening disease. HLB is currently the most devastating disease of citrus worldwide, associated with the collapse of important citrus producing regions in Asia, America and Africa.

This study evaluates the effectiveness of insecticide products with the aim of controlling populations of the African citrus psylla, *Trioza erytrae*, vector of Huanglongbing.

Key words: HLB, Citrus crops, African citrus psylla, Huanglongbing, Insecticides.

La detección de *T. erytrae* en el año 2014 en la Península Ibérica, concretamente en la provincia de Pontevedra (España) y en el norte de Portugal, hizo saltar todas las alarmas en ambos países, por el enorme impacto que podría causar dicha enfermedad al encontrarse presente el vector capaz de propagarla. Este brote inicial no se detuvo, y actualmente se encuentra presente en varias zonas cítricas de Portugal, incluida la región del Algarve, cercana a la provincia de Huelva, con más de 20.000 hectáreas (ha) cultivadas de cítricos, amenazando a otras regiones cítricas de la Península Ibérica y del Mediterráneo.

Estudio de la eficacia del control químico para establecer una estrategia de gestión integrada

La aplicación de estrategias eficaces para el control del vector del HLB y evitar su expansión es una prioridad en la industria cítrica, ya que la experiencia previa en otras regiones indica que, tras la aparición del vector, más tarde o temprano acaba llegando la enfermedad.

Con anterioridad a su llegada a la Península Ibérica, *T. erytrae* ya se encontraba en territorios insulares de Portugal (Madeira en 1994) y de España (Canarias en 2002). En otras regiones donde se ha dado esta situación de entrada de otros vectores de HLB, como *Diaphorina citri*, el establecimiento de programas de control químico ha sido una de las principales estrategias para combatir la propagación del vector y de la enfer-

Cuadro 1. Insecticidas utilizados en los ensayos de laboratorio, semicampo y campo.

Ingrediente activo	Nombre comercial	Fabricante	Formulación ^a	Subgrupo IRAC ^b	Concentración %	Tipo de ensayo ^c				
						LC	LS	SC	CI	CP
Acetamiprid	Gazel Plus [®]	BASF	20 GS	4A	0,025	X	X			
Abamectina	Apache [®]	Afrasa	1,8 CE	6	0,04			X		X
Aceite de parafina	Ovitex [®]	Belchim Crop Protection	83 CE	D	1,5	X				
Ciantraniliprol	Exirel [®]	FMC	10 SE	28	0,1	X	X			
Dimetoato	Perfekthion Top [®]	BASF	40 CE	1B	0,1	X	X	X	X	
Fonicamida	Tepeki [®]	Belchim Crop Protection	50 GD	29	0,005	X	X			
Flupiradifurona	Sivanto [®]	Bayer CropScience	20 CS	4D	0,05	X	X			
Imidacloprid	Confidor [®]	Bayer CropScience	20 CS	4A	0,8			X		X
Lambda cihalotríñ	Kenotrin [®]	Kenogard	2,5 GD	3A	0,08	X		X	X	X
Pimetrozina	Plenum [®]	Syngenta	50 GD	9B	0,04	X	X			
Polisulfuro de calcio	Sulfocal [®]	Agrotecnología	18,5 CS	D	0,08				X	
Spinetoram	Delegate [®]	Corteva Agriscience	25 GD	5	0,04	X				
Spirotetramat	Movento 150 O-TEC [®]	Bayer CropScience	15 DO	23	0,04	X	X	X		X
Sulfoxaflor	GF-2626 [®]	Dow Agroscience	12 SC	4C	0,04	X	X			
Tiametoxam	Actara 25 WG [®]	Syngenta Crop Protection	25 GD	4A	0,03			X		X

^aGS: Gránulos solubles; CE: Concentrado emulsionable; SE: Suspoemulsión; GD: Gránulos dispersables en agua; CS: Concentrado soluble; DO: Dispersión oleosa; SC: Suspensión concentrada.

^bIRAC (Comité de Acción contra la Resistencia a Insecticidas). 4A: Neonicotinoides; 6: Avermectinas, Milbemicina; D: Subgrupo IRAC desconocido o incierto; 28: Diamidas; 1B: Organofosfatos; 29: Fonicamida; 4D: Butenolidas; 3A: Piretroides y piretrinas; 9B: Derivados piridina azometina; 5: Espinosinas; 23: Derivados de los ácidos tetrónico y tetrámico; 4C: Sulfoximinas.

^cLC: bioensayo de laboratorio por contacto; LS: bioensayo de laboratorio por vía sistémica; SC: ensayo de semicampo; CI: ensayo de campo en invierno; CP: ensayo de campo en primavera.

medad. Sin embargo, en el caso de *T. erytrae*, o bien existen pocos estudios sobre la eficacia de los tratamientos químicos, o bien se trata de insecticidas cuyo uso no está autorizado en Europa. Además, se requiere de estrategias de control que contemplan la rotación de materias activas con diferente modo de acción, a fin de evitar el desarrollo de resistencias en las poblaciones de *T. erytrae*.

En este artículo se presentan los resultados obtenidos en varios ensayos realizados en España como fruto de la colaboración de cuatro instituciones: IRTA (Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias, en Cataluña), ICIA (Instituto Canario de Investigación Agrícola, en Canarias), IFAPA (Instituto de Investigación y

Formación Agraria y Pesquera, en Andalucía), y el Laboratorio de Sanidad Vegetal (Gobierno de Canarias). El objetivo de estos ensayos fue el de conocer la eficacia de diferentes productos insecticidas y poner las bases para el establecimiento de una estrategia de gestión integrada de *T. erytrae*.

Para ello se evaluó la eficacia de 15 insecticidas en 6 ensayos diferentes (Cuadro 1), en condiciones de laboratorio, semicampo y campo, sobre diferentes estadios (huevos, ninfas y adultos) de *T. erytrae*. Todas las materias activas estaban autorizadas en la Unión Europea (UE) en el momento de realizar los ensayos. Aunque algunas de estas materias activas (dimetoato, imidacloprid y tiametoxam) han sido prohibidas en la UE

kryoss



coda



Tolerancia al frío



Bioestimulante para tolerancia a las heladas



osmolitos
Reducen la
deshidratación celular



crioprotectores
Reducen el punto de
congelación del agua



antioxidantes
Neutralizan
radicales libres



sas

Sustainable Agro Solutions, S.A.U.
Ctra. N-240, Km 110 - Almacelles - Lleida (Spain) 25100
t. (34) 973 74 04 00 / info@sas-agri.com

sas-agri.com



después de realizarse estos ensayos, su uso está autorizado aún en otros países de la cuenca mediterránea. Todos los ensayos se llevaron a cabo en Canarias, donde *T. erytrae* estaba presente en el cultivo.

En los ensayos de laboratorio se evaluó la eficacia de diferentes insecticidas, tanto por contacto como por vía sistémica, sobre huevos, ninfas y adultos de poblaciones de *T. erytrae* que se recogían del campo. En el ensayo por contacto la mortalidad de los huevos se evaluó a las 96h, y la de las ninfas y adultos a las 24h; mientras que en el ensayo por vía sistémica se evaluó la mortalidad de ninfas y adultos a las 48h. Los ensayos de semicampo se llevaron a cabo bajo invernadero en mayo de 2017 sobre plántones de naranjo 'Lane Late' en maceta, y se evaluó la mortalidad de ninfas en brotes a los 3, 7, 14, 21 y 28 días. Todos los ensayos de laboratorio y semicampo se llevaron a cabo en las instalaciones del ICIA (Valle de Guerra, Tenerife).

También se llevaron a cabo tres ensayos de campo en plantaciones comerciales de cítricos con elevados niveles de infestación. El primero de ellos, se realizó en invierno (febrero de 2017) sobre árboles adultos de naranjo 'Valencia Late', 'Washington Navel' y 'Navelina'. Las aplicaciones se realizaron mediante mochila de pulverización manual (Matabi). La mortalidad de huevos y ninfas sobre brotes se evaluó a los 14, 28, 42 y 62 días en laboratorio. Posteriormente, en mayo de 2017 y en junio de 2018 se realizaron los dos ensayos de campo de primavera en una plantación comercial de naranjo 'Valencia Late' y 'Washington Navel' de 5 años de edad. Los tratamientos se aplicaron mediante una pulverizadora hidráulica con bomba de pistón (HONDA GX 100), y a los 7, 24, 21 y 28 días se evaluó la mortalidad de las ninfas sobre brotes que se llevaron al laboratorio.

Evaluación de la eficacia insecticida en ensayos de laboratorio por contacto

Los resultados, mostrados como porcentajes de mortalidad corregida, fueron los siguientes (Cuadro 2):

- Cuatro ingredientes activos fueron efectivos para los huevos de *T. erytrae*: dime-



Figura 2. Adulto de *Trioza erytrae* alimentándose.

toato, flupiradifurona, lambda cihalotrín y spinetoram. Su eficacia varió entre el 64% (flupiradifurona) y el 81% (spinetoram).

- En el caso de las ninfas, la eficacia de los insecticidas por contacto testados osciló entre el 60% (sulfoxaflor) y el 100% (aceite de parafina). Cuatro de ellos (aceite de parafina, dimetoato, lambda cihalotrín y spinetoram) mostraron eficacias superiores al 93%; y tres resultaron ineficaces (flupiradifurona, pimetrozina y spirotetramat).
- Cinco insecticidas fueron efectivos para los adultos. Por orden de eficacia: flupiradifurona (54%), acetamiprid (78%), aceite de parafina, spinetoram (96%) y dimetoato (100%).

Así pues,

- Dimetoato, lambda cihalotrín y spinetoram fueron eficaces para los tres estadios de *T. erytrae*. Dimetoato fue 100% eficaz para los adultos, más del 90% para las ninfas y más del 70% para los huevos. Lambda cihalotrín mostró una elevada eficacia contra las



Figura 3. Síntomas de *Trioza erytreae* en hojas (izda.) y brote con ninfas (dcha.).

talidades del 38% y 48%, respectivamente. Sin embargo, en el caso de spirotetramat, la mortalidad aumentó al 91% a los 28 días post-aplicación, mientras que pimetrozina alcanzó solo el 71%, y no fue significativamente diferente al tratamiento testigo (no tratado).

- Abamectina mostró la eficacia más baja a los 3, 7, 14 y 21 días post-aplicación (menos del 50%), aunque no fue significativamente diferente de la obtenida con imidacloprid, tiametoxam, spirotetramat y lambda cihalotrin a los 28 días post-aplicación (91%).

Por tanto, seis de los siete insecticidas probados fueron significativamente eficaces para las ninfas de *T. erytreae* al final del ensayo.

En ninguno de estos ensayos se observaron síntomas de fitotoxicidad en los árboles tratados.

Evaluación de la eficacia insecticida en ensayos de campo

En invierno (*Cuadro 2*):

- Tres de los insecticidas testados fueron eficaces para los huevos en la primera evaluación (14 días), aunque posteriormente el tratamiento con lambda cihalotrin fue el único capaz de ir reduciendo significativamente el número de huevos por brote con el tiempo en comparación con el testigo.
- Respecto a las ninfas, solo se observaron diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo no tratado en la primera evaluación (14 días). Dimetoato y polisulfuro cálcico mostraron la mayor mortalidad de ninfas (100% y 99%, respectivamente), seguidos de lambda cihalotrin (92%).

En los ensayos realizados en primavera de 2017 (*Cuadro 2*):

Cultivando  **futuro** con
Arvensis
Agro

25
1998 - 2023
 **arvensis**
agro

FRUIT 7-9 Febrero
Messe Berlín
LOGÍSTICA
Pabellón 10.2 Stand B-07

25 años de experiencia cuidando tus plantas y cultivos

ARVENSIS AGRO S.A. Carretera Castellón Km 226,9 Polígono Prydes 50720 La Cartuja (Zaragoza)



- Tiametoxam fue el insecticida más eficaz para las ninfas, seguido de imidacloprid y de lambda cihalotrín. Abamectina fue el insecticida menos eficaz, con valores de mortalidad similares al del testigo (no tratado), seguido del spirotetramat, que solo presentó actividad reseñable a los 21 días.
- Imidacloprid fue muy eficaz, mientras que lambda cihalotrín provocó más mortalidad que imidacloprid y spirotetramat a los 28 días, sin que se observaran diferencias significativas entre estos dos últimos.

En los ensayos realizados en primavera de 2018 (Cuadro 2):

- Tiametoxam e imidacloprid mostraron las eficacias más elevadas desde las primeras semanas sobre ninfas, con una elevada persistencia (99 y 95% a los 28 días).
- Lambda cihalotrín causó la muerte del 75% y el 90% de las ninfas en los 14 y los 28 días, respectivamente.
- Abamectina y spirotetramat fueron los insecticidas menos eficaces para las ninfas entre los cinco testados.

Conclusión

Una vez establecido el HLB en una región productora de cítricos, el control del vector mediante insecticidas es una de las principales estrategias utilizadas hasta ahora para frenar su propagación.

En este estudio hemos constatado que existen varios insecticidas con diferentes modos de acción que ofrecen una elevada eficacia y pueden ser utilizados en cítricos para el control de *T. erytrae*. Para obtener los mejores resultados en el control químico de *T. erytrae* se debe tener en cuenta la fenología de la planta, la época del año, y los estados de desarrollo mayoritarios de la plaga presente en los árboles.

Dado que los adultos ponen los huevos en los brotes tiernos de los cítricos y es allí donde se desarrollan las ninfas, el momento y la duración de las brotaciones son los factores a considerar para controlar con éxito las poblaciones de *T. erytrae*. Por ello, el control de huevos y ninfas de esta plaga debe centrarse en las brotaciones de primavera y verano/otoño,

mientras que las aplicaciones de insecticidas en invierno deben dirigirse a los adultos, que pasarán el invierno escondidos y protegidos en la copa de los árboles, alimentándose de hojas maduras.

Orientado a los tratamientos de invierno, y dirigido al control de adultos de *T. erytrae* con un menor impacto sobre la entomofauna beneficiosa, se obtuvo que seis insecticidas superaron el 50% de eficacia en laboratorio, y tres de ellos (dimetoato, spinetoram y aceite de parafina) alcanzaron incluso el 90%. Dimetoato, lambda cihalotrín y polisulfuro de calcio ofrecieron un buen control de *T. erytrae* en los ensayos de campo de invierno.

Orientado a los tratamientos de primavera y verano/otoño, y dirigido al control de huevos y ninfas de *T. erytrae* asociados con la presencia de brotes tiernos en la copa del árbol después de las brotaciones de estas épocas del año, se obtuvo que cuatro insecticidas mostraron una eficacia superior al 50% para los huevos en laboratorio, aunque solo spinetoram alcanzó el 80–90%. Todos los insecticidas testados en laboratorio, excepto pimetrozina, fueron muy eficaces para las ninfas, y cinco de ellos (dimetoato, lambda cihalotrín, spinetoram, ciantraniliprol y aceite de parafina) produjeron una mortalidad de ninfas superior al 90%. Dimetoato y lambda cihalotrín también mostraron eficacias elevadas en el ensayo de semicampo. Algunos de estos insecticidas, como spinetoram, spirotetramat, ciantraniliprol, sulfoxaflor, lambda cihalotrín y aceite de parafina se han utilizado en Florida (EE. UU.) para el control de la psila asiática, *Diaphorina citri*, vector del HLB presente en este país.

En el presente estudio, imidacloprid y tiametoxam fueron eficaces para las ninfas de *T. erytrae*, y persistentes en ensayos de semicampo y campo. Sin embargo, ambos insecticidas están prohibidos en Europa, por considerarse perjudiciales para los insectos polinizadores. Otro neonicotinoide, acetamiprid, ha mostrado baja toxicidad sobre *T. erytrae* en bioensayos de laboratorio. Curiosamente, fue eficaz sobre ninfas cuando se aplicó tópicamente, pero no cuando se aplicó de forma sistémica.

Aunque sulfoxaflor, flonicamida, flupiradifurona y spirotetramat mostraron una eficacia media (50–80%) en laboratorio sobre *T. erytrae*, también podrían ser contemplados en programas de Gestión Integrada de Plagas (GIP), por la elevada eficacia que ofrecen para otras plagas clave de los cítricos como pulgones, minador de los cítricos o moscas blancas.

La entomofauna de los cítricos es rica y diversa, lo que confiere a los enemigos naturales un papel importante en el control de las plagas presentes en los cítricos. No obstante, dado el importante papel que ejercen ciertos enemigos naturales en los campos de cítricos en España, así como la aplicación del reciente programa de control biológico clásico para *T. erytrae* llevado a cabo mediante la importación y liberación del parasitoide *Tamarixia dryi*, la potencial toxicidad de los insecticidas evaluados en este trabajo debe también ser considerada sobre los principales depredadores y parasitoides presentes en el agroecosistema cítrico. Por ejemplo, dimeatoato, que mostró la eficacia más elevada para *T. erytrae* en este estudio, a su vez provoca también un efecto negativo sobre *T. dryi*, como se ha podido evidenciar en otros estudios. En cambio, también se ha citado en otros estudios el efecto mucho menos tóxico de algunos de los insecticidas ensayados en este estudio para *T. dryi* que para *T. erytrae*, como es el caso de ciantraniliprol. Del mismo modo, en otras publicaciones, este insecticida mostró menos toxicidad para el parasitoide de *D. citri*, *Tamarixia radiata*, que para el psílido.

Los resultados presentados en el presente estudio aportan una valiosa información para el desarrollo de programas de GIP para *T. erytrae*, minimizado el impacto sobre los enemigos naturales, así como la aparición de posibles resistencias.

Estos resultados han sido publicados de forma más extensa en:

MOLINA, P.; HERNÁNDEZ-SUÁREZ, E.; RIZZA, R.; MARTÍNEZ-FERRER, M.T.; CAMPOS-RIVELA, J.M.; AGUSTÍ, N.; SIVERIO, F.; HERVALEJO, A.; ARENAS-ARENAS, F.J. Efficacy of Selected Insecticides for Chemical Control of the African Citrus Psyllid, *Triozia erytrae* (Psylloidea: Trioziidae). *Agro-*

nomy 2022, 12, 441. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020441>.

Financiación

Los bioensayos de laboratorio de esta investigación han sido financiados por el Ministerio de Economía y Competitividad (INIA E-RTA RTA2015-00005-C06) y por el Programa CERCA (*Centres de Recerca de Catalunya*) de la *Generalitat de Catalunya*. Los ensayos de semicampo y campo fueron financiados por el proyecto Red de Experimentación y Transferencia en Cítricos de Andalucía (TRA201600.1), que fue cofinanciado (80%) por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014–2020. La investigación realizada también fue financiada por el programa de cooperación INTERREG V-A España–Portugal (MAC) 2014–2020 (CUARENTAGRI MAC2/1.1a/231). Paula Molina ha sido beneficiaria de un contrato predoctoral para la formación de doctores BES-2017-081914 de la Agencia Estatal de Investigación del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. •

Bibliografía

- AMMAR, E.D.; HALL, D.G.; ALVAREZ, J.M. (2015). Effect of cyantraniliprole, a novel insecticide, on the inoculation of *Candidatus liberibacter asiaticus* associated with citrus huanglongbing by the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae). *Journal of Economic Entomology*, 108, 399–404. <https://doi.org/10.1093/jeetov016>
- BRAR, G.S.; MARTINI, X.; STELINSKI, L.L. (2017). Lethal and sublethal effects of a novel sulfoximine insecticide, sulfoxaflor, against Asian citrus psyllid and its primary parasitoid under laboratory and field conditions. *International Journal of Pest Management*, 63, 299–308. <https://doi.org/10.1080/09670874.2016.1258501>
- DIONISIO, M.A.; HERNÁNDEZ-SUÁREZ, E.; SIVERIO, F.; ARJONA-LÓPEZ, J.M.; HERVALEJO, A.; ARENAS-ARENAS, F.J. (2021). Laboratory and field trials to identify sustainable chemical control strategies for *Triozia erytrae* in European Citrus Orchards. *Agronomy*, 11, 1982. <https://doi.org/10.3390/agronomy11101982>
- MONZÓ, C.; QURESHI, J.A.; STANSLY, P.A. (2014). Insecticide sprays, natural enemy assemblages and predation on Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). *Bulletin of Entomological Research*, 104, 576–585. <https://doi.org/10.1017/s0007485314000315>
- TIWARI, S.; STELINSKI, L.L. (2013). Effects of cyantraniliprole, a novel anthranilic diamide insecticide, against Asian citrus psyllid under laboratory and field conditions. *Pest Management Science*, 69, 1066–1072. <https://doi.org/10.1002/ps.3468>