



Figura 1. Adultos recién emergidos de *Trioza erytreae*.

## Control de *Trioza erytreae* en las Islas Canarias por el parasitoide *Tamarixia dryi*

El psílido africano de los cítricos *Trioza erytreae* (Del Guercio) (Hemiptera: Triozidae) es uno de los dos principales vectores de las bacterias que producen el huanglongbing o *greening*, una enfermedad incurable de los cítricos. Este vector está presente en las Islas Canarias desde 2002 y en la península ibérica (Galicia y Portugal) desde finales de 2014, sin que se haya detectado la bacteria. En 2017 se inició un programa de control biológico clásico para introducir y liberar el parasitoide *Tamarixia dryi* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) con el fin de mejorar el control del psílido. En este artículo se presentan los primeros resultados obtenidos en campo tras la liberación del parasitoide en las Islas Canarias. El parasitoide se liberó de forma experimental en la localidad de Valle de Guerra en la isla de Tenerife en la primavera de 2018. Los muestreos realizados por el Servicio de Sanidad Vegetal del Gobierno Canario muestran que *T. dryi* se dispersó rápidamente por toda la isla de Tenerife, así como por las islas vecinas de Gran Canaria, La Palma, La Gomera y El Hierro. En este artículo se repasan algunas de las características de este parasitoide y cómo su liberación ha afectado a las poblaciones de *T. erytreae* en las Islas Canarias.

**Estrella Hernández-Suárez<sup>1</sup>,  
Jésica Pérez-Rodríguez<sup>2</sup>,  
Laura Suárez-Méndez<sup>1</sup>,  
Pablo Urbaneja-Bernat<sup>1,3</sup>,  
Rositta Rizza<sup>1</sup>,  
Felipe Siverio de la Rosa<sup>1,4</sup>,  
Ana Piedra-Buena<sup>1</sup>,  
Alberto Urbaneja<sup>2</sup>,  
Alejandro Tena<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, ICIA; Unidad de Protección Vegetal. La Laguna (Tenerife).

<sup>2</sup>Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, IVIA; Centro de Protección Vegetal y Biotecnología. Moncada (Valencia).

<sup>3</sup>Grupo TRAGSA (Empresa de Transformació Agraria, S.A).

<sup>4</sup>Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca del Gobierno de Canarias; Sección de Laboratorio de Sanidad Vegetal. La Laguna (Tenerife).

## Introducción

La enfermedad del Huanglongbing (HLB) o *greening* representa la mayor amenaza para la citricultura española (Cocuzza y col., 2017; Urbaneja y col., 2020). Las bacterias que causan el HLB pertenecen al género *Candidatus Liberibacter*, se multiplican en el floema de los cítricos y causan el debilitamiento de los árboles (Bové, 2006). Se trata de una enfermedad incurable que afecta a todas las variedades y patrones de cítricos. El HLB está presente y afecta a los principales países productores de cítricos de Asia, África subsahariana y América (con la excepción de Chile y Uruguay) (EPPO, 2019). La citricultura española, al contrario de lo que ocurre en otros grandes productores mundiales, está libre de esta enfermedad (Siverio y col., 2017).

Los principales vectores del HLB son los psíidos *Diaphorina citri* Kuwamura (Hemiptera: Liviidae) y *Trioza erytreae* (Del Guercio) (Hemiptera: Triozidae (Bove, 2006) (Figura 1). Ambos psíidos se alimentan y desarrollan sobre plantas de la familia de las rutáceas a la que pertenecen los cítricos. Mientras *D. citri*, que es de origen asiático, se ha dispersado por toda Asia, América y el nordeste de África, *T. erytreae* ha permanecido en el África subsahariana y sus islas colindantes hasta que se detectó en Madeira y las Islas Canarias en 1994 y 2002, respectivamente (Cocuzza y col., 2017). Posteriormente, *T. erytreae* se detectó en el otoño de 2014 en Galicia y en el norte de Portugal en 2015, desde donde se dispersó hasta alcanzar la zona de Lisboa (Pérez-Otero y col., 2015; DGVA, 2019). A pesar de que todos los estudios realizados hasta la fecha muestran que *T. erytreae* está libre de la enfermedad tanto en la península ibérica como en las Islas Canarias (Siverio y col., 2017), la presencia de este psíido es la mayor amenaza para los cítricos españoles porque el vector puede movilizar *Candidatus Liberibacter* spp. desde rutáceas portadoras que puedan estar ya en España o que puedan entrar a partir de ahora. Por todo ello, es necesario impedir la llegada de *T. erytreae* a las principales zonas cítricas españolas. La introducción de un ene-



Figura 2. Adulto de *Tamarixia dryi* parasitando a una ninfa de *Trioza erytreae*.

migo natural desde la zona de origen de la plaga es la estrategia más prometedora a corto plazo de los diversos trabajos que se encuentran en marcha para impedir la dispersión de *T. erytreae* y la llegada de la enfermedad.

En los cítricos españoles coexisten una gran diversidad de agentes de control biológico que regulan las poblaciones de los artrópodos herbívoros que pueden alcanzar el nivel de plaga (Urbaneja y col., 2020). Sin embargo, ninguno de los trabajos publicados o que están en marcha han encontrado agentes de control biológico capaces de regular las poblaciones de *T. erytreae* en Madeira y Canarias (Carvalho y Aguiar, 1997; Estévez y col., 2018). En el África subsahariana, *T. erytreae* es atacada por un complejo de parasitoides, entre los que destaca por su abundancia y eficacia *Tamarixia dryi* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) (Aubert y col., 1980; Aubert y Quillici, 1988) (Figura 2). Este parasitoide se introdujo y controló a *T. erytreae* en la isla Reunión y Mauricio en los años setenta y ochenta respectivamente (Aubert y Quillici, 1988). Por todos estos motivos de abundancia y eficacia, se decidió introducir este parasitoide mediante la financiación de tres proyectos de investigación: TROPICSAFE, INIA RTA2015-00005-C06 e IVIA-51902. Tras la obtención de los

correspondientes permisos oficiales, el parasitoide se introdujo en las Islas Canarias en 2017 y se liberó de forma experimental en la primavera de 2018 en la isla de Tenerife. En este artículo explicamos el potencial de *T. dryi* como agente de control biológico y el efecto que ha tenido su liberación experimental en campo sobre las poblaciones de *T. erytreae*.

## **Tamarixia dryi** como parasitoide de *Trioza erytreae*

En el África subsahariana, lugar de origen de *T. erytreae*, se han citado hasta tres especies de parasitoides primarios que atacan a este psíido: la citada *T. dryi*, *Psyllaephagus pulvinatus* (Waterston) (Hymenoptera: Encyrtidae) y recientemente se ha citado una especie del género *Tamarixia* que también ataca al psíido. De las tres especies, *T. dryi* es la que mayor potencial tiene para aclimatarse y controlar al psíido como se ha comentado anteriormente (Pérez-Rodríguez y col., 2019).

Nuestros resultados han mostrado que *T. dryi* es un parasitoide muy específico ya que no parasita a otras especies de psíidos presentes en las Islas Canarias y la península ibérica (Urbaneja-Bernat y col., 2019). Este parasitoide de la familia Eulophidae es solitario y parasita



las ninfas de todos los estadios de *T. erythrae*, excepto el primer estadio. Nuestras observaciones en el laboratorio muestran que una sola hembra de *T. dryi* es capaz de parasitar probablemente a más de cien ninfas durante su vida (Figura 4). Las hembras pueden vivir más de treinta días a 23°C si se alimentan con carbohidratos como la miel o la melaza del propio psílido. Las hembras son sinovigénicas, esto significa que cuando son adultas maduran los huevos que ponen a lo largo de su vida. Para poder madurar los huevos necesitan alimentarse de fuentes de proteínas. Para obtener estas proteínas pueden alimentarse de la melaza, que contiene una pequeña cantidad de proteínas, o de la hemolinfa de las ninfas del psílido. Las hembras de *T. dryi* se alimentan picando el cuerpo de las ninfas hasta que la hemolinfa sale por la herida que les han causado (Figura 3). Tras alimentarse de las ninfas, éstas mueren como consecuencia de la herida provocada por el parasitoide. *Tamarixia dryi* siempre se alimenta a través de picaduras alimenticias de psílicos que no ha parasitado. Por lo tanto, *T. dryi* causa la muerte del psílido al parasitarlo, pero también cuando las hembras se alimentan de las ninfas.

## Dispersión de *Tamarixia dryi* en las Islas Canarias

Para estudiar la dispersión de *T. dryi* en las Islas Canarias, la Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca del Gobierno de Canarias, a través de la encomienda que ejecuta la empresa Gestión del Medio Rural de Canarias (GMR), muestrearon un total de 257 parcelas de cítricos entre 2018 y 2019. Las parcelas se seleccionaron en las principales zonas productoras de cítricos, con una representación altitudinal de los cultivos y de las vertientes norte y sur de las islas. En cada parcela, se recogieron doce brotes, preferiblemente infestados con ninfas de *T. erythrae*. Los brotes se conservaron en bolsas de plástico con papel secamos para evitar la condensación. Cada bolsa se etiquetó con el código de la parcela y la fecha de recolección. Una vez en laboratorio, se contabilizó el número de ninfas del psílido y



Figura 3. Ninfas de *Trioza erythrae* parasitadas por *Tamarixia dryi*.



Figura 4. Hembra de *Tamarixia dryi* alimentándose de *Trioza erythrae*.

si mostraban signos de parasitismo. Una vez observados los brotes, estos se colocaron en evolucionarios que se revisaron diariamente para recoger los individuos de *T. erythrae* y *T. dryi*. Estos muestreos permitieron establecer la presencia tanto del psílido como la dispersión del parasitoide.

En la Figura 5 se indican las parcelas muestreadas. En blanco aparecen las parcelas en las que no se encontraron ninfas de *T. erythrae* y en las que, por lo tanto, no se podía detectar *T. dryi*. En verde, las parcelas con

*T. erythrae* y *T. dryi* y, por último, en rojo, las parcelas con el psílido, pero sin el parasitoide. *T. dryi* se dispersó por todo el norte de la isla de Tenerife, que es la zona más húmeda y afectada por *T. erythrae* (Figura 5). De las 81 parcelas muestreadas en esta isla, se recuperó *T. dryi* en el 85,7% de las parcelas que tenían *T. erythrae*. Como se puede observar en la figura, el parasitoide siguió el mismo patrón de distribución que el psílido y se dispersó principalmente por la vertiente norte de la isla.

Desde Tenerife, *T. dryi* se dispersó a

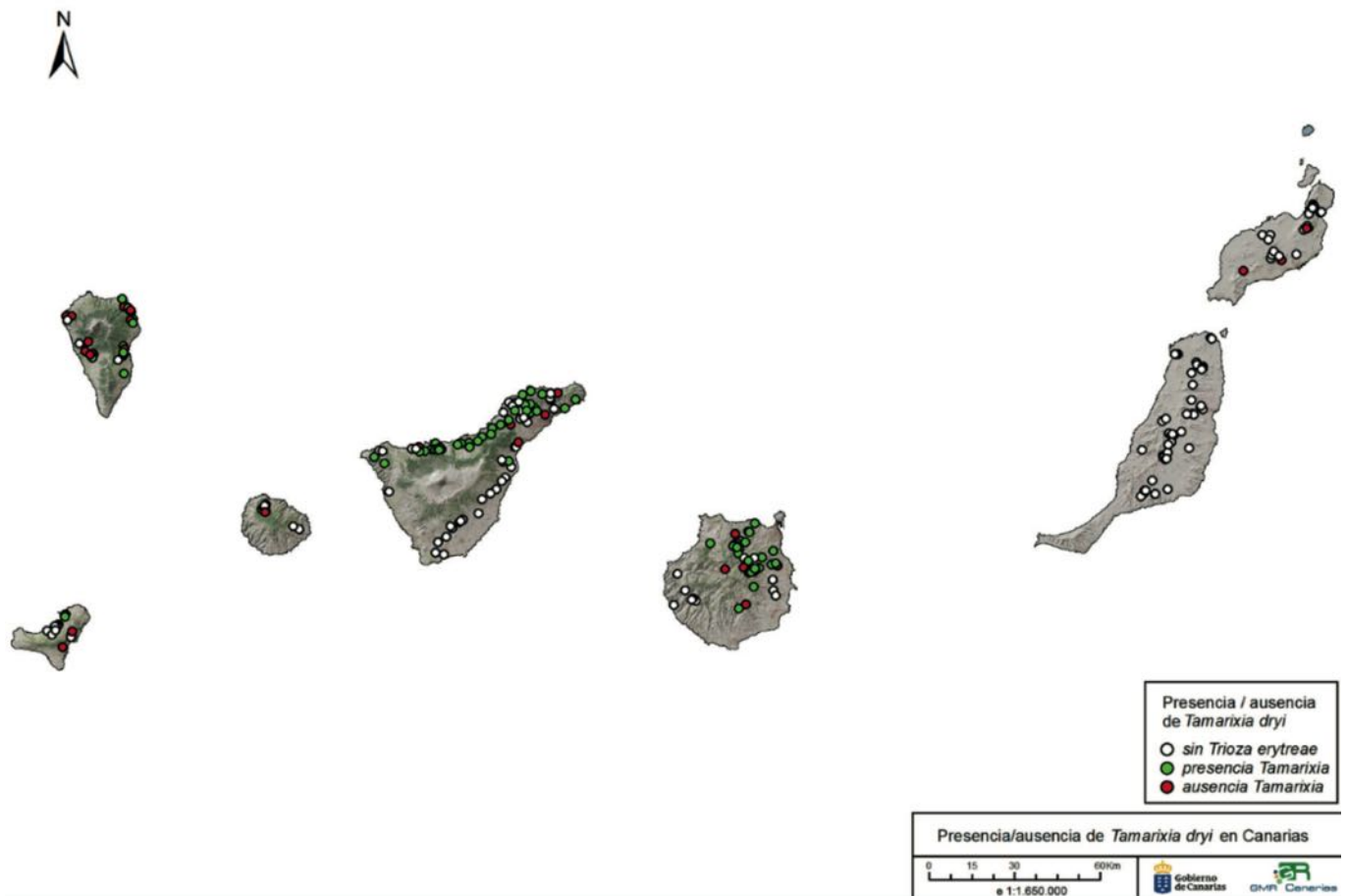


Figura 5. Distribución de *Tamarixia dryi* en las Islas Canarias. Blanco, parcelas sin *Trioza erytreae* ni *T. dryi*; verde, parcelas con *T. erytreae* y *T. dryi*; rojo, parcelas con *T. erytreae*, pero sin *T. dryi*.

las islas con mayor presencia de *T. erytreae*. En concreto, se recuperó a diferentes niveles en La Palma, La Gomera, El Hierro y Gran Canaria. En esta última isla, se muestrearon 51 parcelas y el parasitoide se recuperó en el 75% de las que tenían *T. erytreae*, principalmente en cara noreste de la isla y a muy diferentes alturas. En La Palma, se muestrearon 28 parcelas y se recuperó en el 56% de las que tenían psílidos. En La Gomera y El Hierro también se pudo confirmar la presencia del parasitoide, aunque de forma puntual. Estos resultados muestran que *T. dryi* tiene una gran capacidad de dispersión, al menos bajo las condiciones que se dieron en las Islas Canarias después de su liberación. El parasitoide se dispersó no solo por todo el norte de Tenerife (~50 km) sino que también pudo alcanzar al resto de islas colindantes en las que el psílido está presente. La gran dispersión del parasitoide en tres de las islas muestra también que se ha establecido y faltaría por confirmar

que este establecimiento es continuado en el tiempo o es fruto de un solo año.

### Control de *Trioza erytreae* por *Tamarixia dryi*

Para evaluar el efecto de *T. dryi* sobre *T. erytreae* se determinó la densidad poblacional de ambas especies en cuatro parcelas de las Islas Canarias desde marzo hasta septiembre de 2019. Las parcelas se seleccionaron porque habían tenido niveles altos de infestación del psílido en años anteriores. En dos de las cuatro parcelas, sin embargo, los niveles del psílido fueron tan bajos que no se pudo iniciar el seguimiento. En las otras dos parcelas, situadas en Tenerife y Gran Canaria, se tomaron muestras semanales desde abril hasta septiembre de forma similar a la explicada anteriormente. Se recogieron cuatro brotes por árbol en doce árboles por parcela. De cada brote se seleccionó una hoja apical, dos centrales y una basal. En cada hoja se contaron los huevos, y

ninfas de *T. erytreae* vivas y parasitadas. En ambas parcelas el parasitoide alcanzó niveles de parasitismo superiores al 70% en la brotación de primavera y las poblaciones del psílido no se recuperaron a partir de mayo en la parcela de Tenerife. En la parcela de Gran Canaria se volvió a observar un pico poblacional del psílido en junio, pero las poblaciones disminuyeron rápidamente por la acción del parasitoide, cuyos niveles de parasitismo permanecieron por encima del 50% durante todo el mes de junio y julio.

### Conclusiones

Los datos obtenidos a lo largo de estos dos años de trabajo muestran que *T. dryi* es un parasitoide con gran capacidad de dispersión, que puede parasitar todos los estadios ninfales de *T. erytreae* excepto el primero, que puede sobrevivir más de treinta días en condiciones climáticas favorables y con presencia de melaza del psílido y, lo más importante, que ha sido capaz de

regular las poblaciones del psílido en las Islas Canarias. Los cítricos se desarrollan sin los daños característicos del psílido en todas las zonas productoras y en la actualidad es prácticamente imposible encontrar ejemplares de *T. erytrae*. Si bien las condiciones que se dan en la península ibérica no son las mismas que en las islas, estos resultados son muy prometedores para evitar la dispersión del psílido en la península. Hay que mencionar que *T. dryi* se liberó de forma experimental en varias parcelas con cítricos de Galicia y Portugal en otoño de 2019, y se va a reforzar las sueltas experimentales a partir de la primavera

de 2020, con lo que es de prever la obtención de los primeros resultados de eficacia de este parasitoides en la península ibérica a finales de este año.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Subdirección General de Sanidad e Higiene Vegetal y Forestal del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación la colaboración y asesoramiento en este proyecto. Las investigaciones que han dado lugar a algunos de los resultados mostrados en este trabajo han sido financiados por el programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020 de la Unión

Europea (No. 727459 "Insect-borne prokaryote-associated diseases in tropical and subtropical perennial crops"- TROPICSAFE), el Ministerio de Economía y Competitividad de España (INIA E-RTA RTA2015-00005-C06), Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca del Gobierno de Canarias, con la participación de la empresa pública Gestión del Medio Rural de Canarias S.A.U.(G-MR) y el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA-51902).

## Bibliografía

- !** Aubert B, Bové JM, Etienne J (1980) La lutte contre la maladie du «greening» des agrumes à l'île de la Réunion. Résultats et perspectives. *Fruits* 35, 605-624.
- Aubert B, Quilici S (1988) Monitoring adult psyllas on yellow traps in Reunion Island. *International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings* 10, 1957-2010.
- Bové JM (2006) Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus Região. *Journal of Plant Pathology* 88, 7-37.
- Carvalho JP, Aguiar AMF (1997) Pragas dos citrinos na ilha da Madeira. Funchal. Região Autónoma da Madeira. Secretaria Regional de Agricultura Florestas e Pescas. Direcção Regional de Agricultura, 410 pp.
- Cocuzza GEM, Urbaneja A, Hernández-Suárez E, Siverio F, Di Silvestro S, Tena A, Carmelo R (2017) A review on *Trioza erytrae* (African citrus psyllid), now in mainland Europe, and its potential risk as vector of "huanglongbing" (HLB) in citrus. *Journal of Pest Science* 90, 1-17.
- DGVA (2019) Direcção Geral de Alimentação e Veterinária. [http://www.dgv.min-agricultura.pt/xeov21/attachfileu.jsp?look\\_parent-Boui=14568259&att\\_display=n&att\\_download=y](http://www.dgv.min-agricultura.pt/xeov21/attachfileu.jsp?look_parent-Boui=14568259&att_display=n&att_download=y)
- EPPO (2019) EPPO Global Database, distribution of *Liberibacter asiaticus* and *Liberibacter africanus*: <https://gd.eppo.int/taxon/LIBBEAF/distribution>
- Estévez JR, Hristova H, Rizza R, Peña-Darias A, Piedra-Buena A, Siverio F, Alvarez J, Reyes JA, Hernández-Suárez E (2018) Dinámica poblacional y control biológico de la psila africana en los cultivos de cítricos de Canarias. *Levante Agrícola* 443, 208-214.
- Pérez-Otero R, Mansilla JP, del Estal P (2015) Detección de la psila africana de los cítricos, *Trioza erytrae* (Del Gercio, 1918) (Hemiptera: Psylloidea; Triozidae), en la Península Ibérica. *Arquivos Entomológicos* 13, 119-122.
- Pérez-Rodríguez J, Krüger K, Pérez-Hedo M, Ruiz-Rivera O, Urbaneja A, Tena A (2019) Classical biological control of the African citrus psylla *Trioza erytrae*, the main threat for the European citrus industry. *Scientific Reports* 9, 9440.
- Siverio F, Marco-Noales E, Bertolini E, Teresani GR, Peñalver J, Mansilla P, Aguín O, Pérez-Otero R, Abelleira A, Guerra-García JA, Hernández E, Cambra M, López MM (2017) Survey of huanglongbing associated with 'Candidatus Liberibacter' species in Spain: analyses of citrus plants and *Trioza erytrae*. *Phytopathologia Mediterranea* 56, 98-110.
- Urbaneja A, Grout TG, Gravena S, Wu F, Cen Y, Stansly PA (2020) Citrus pests in a global world. In *The Genus Citrus* (pp. 333-348). Elsevier .
- Urbaneja-Bernat P, Pérez-Rodríguez J, Krüger K, Catalán J, Rizza R, Hernández-Suárez E, Urbaneja A, Tena A (2019) Host range testing of *Tamarixia dryi* (Hymenoptera: Eulophidae) sourced from South Africa for classical biological control of *Trioza erytrae* (Hemiptera: Psyllidae) in Europe. *Biological Control* 135, 110-116