



Foto: Verónica Galván



Foto: Valeria Asutin



Foto: Evelin Pechi

CONTROL BIOLÓGICO DE *DIAPHORINA CITRI* EN URUGUAY

Ing. Agr. MSc José Buenahora¹, Ing. Agr. MSc Evelin Pechi², Ing. Agr. Valeria Asutin³, Asist. Lab. V. Galván¹, Asist. Inv. Abel Rodríguez¹

¹Sistema Vegetal Intensivo - INIA

²Facultad de Agronomía - Udelar

³Encargada del Centro de Cría - UPEFRUY

Diaphorina citri es actualmente una de las plagas más importantes de la citricultura uruguaya por ser vector del huanglongbing (HLB), enfermedad detectada por primera vez este verano en plantas de traspatio en el norte del país. Su control biológico es una estrategia útil para contribuir a la regulación de su población en zonas urbanas, montes abandonados y quintas comerciales donde el uso intensivo de insecticidas puede ser complejo.

EL PROBLEMA EN LA REGIÓN Y EN EL PAÍS

El HLB es el problema sanitario más importante en cítricos a nivel mundial, hasta la fecha no tiene cura. Las plantas afectadas presentan ramas que se destacan por el color amarillento de las hojas, disminución del número y tamaño de las frutas, muriendo a los pocos años de observarse los primeros síntomas. El agente causal es una bacteria, que se transmite planta a planta a través del injerto o de forma persistente por

Diaphorina citri Kuwayama (Hemíptera: Psyllidae) (Figura 1), conocido como el psílido asiático de los cítricos. A larga distancia, el patógeno se disemina por la actividad del ser humano, generalmente al movilizar plantas enfermas. En Sudamérica, HLB fue reportada en 2004 en Brasil (San Pablo), en Argentina en 2012, en Paraguay en 2013 y en Uruguay a comienzos de 2023.

Entre las estrategias para el control del vector podemos mencionar el control químico y el control biológico.

El control químico implica altos riesgos ambientales, desequilibrios en el complejo de biocontroladores nativos y otras plagas, así como un incremento en el nivel de residuos en frutas. En el control biológico es donde los enemigos naturales juegan un papel sustancial en la regulación de las poblaciones de *D. citri*. Las tácticas de conservación que favorezcan la presencia de esta fauna benéfica serán de gran aporte para la reducción de las densidades del psílido.



Foto: Evelin Pechi

Figura 1 - Adulto de *Diaphorina citri*.

INVESTIGACIONES DESARROLLADAS: UNA FORTALEZA DEL PAÍS EN EL PRESENTE

A partir del año 2006, la Facultad de Agronomía (Udelar), INIA, el MGAP y el sector cítrico desarrollaron un conjunto de acciones para determinar el comportamiento de *D. citri* en el país. Coincidieron en una estrategia para lograr el mayor impacto sobre las poblaciones de la plaga, profundizando en el control biológico, prospectando y evaluando los enemigos naturales nativos.

El conocimiento generado previo al ingreso del HLB al país ha permitido elaborar un plan de acción y contar con herramientas de control como *Tamarixia radiata*.

ENEMIGOS NATURALES ASOCIADOS

A *D. CITRI*

En el marco de un proyecto FPTA financiado por INIA y ejecutado por Facultad de Agronomía se trabajó durante tres años en la identificación de depredadores y parasitoides de *D. citri* presentes en quintas con presencia del vector. Los depredadores son de vida libre y se alimentan de otros individuos, requiriendo varias presas para completar su desarrollo. Los parasitoides, cuyos adultos son de vida libre, pasan los estados de huevos, larva y pupa como parásitos de otros individuos. A diferencia de los depredadores, los parasitoides requieren solo un individuo para completar su desarrollo.

Depredadores	
Orden/Familia	Especie
Coleoptera: Coccinellidae	<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas)
	<i>Cycloneda sanguinea</i> (Linnaeus)
	<i>Curinus coeruleus</i> (Mulsant)
	<i>Olla v-nigrum</i> (Mulsant)
	<i>Scymnus loewii</i> (Mulsant)
	<i>Cryptolaemus montrouzieri</i> (Mulsant)
	<i>Chilocorus bipustulatus</i> (Linnaeus)
	<i>Calloensis signata</i> (Korschefsky)
	<i>Coleomegilla quadrifasciata</i> (Schönherr)
	<i>Psyllobora bicongreata</i> (Boheman)
	<i>Eriopis connexa</i> (Germar)
<i>Hyperaspis festiva</i> (Mulsant)	
Neuroptera: Chrysopidae	<i>Ceraeochrysa cincta</i> (Schneider)
	<i>Ceraeochrysa</i> sp
	<i>Chrysoperla externa</i> (Hagen)
	<i>Leucochrysa</i> sp
Neuroptera: Hemerobiidae	<i>Hemerobiidae</i> sp
Parasitoides	
Hymenoptera: Eulophidae	<i>Tamarixia radiata</i> (Waterston)

Cuadro 1 - Especies de enemigos naturales de *D. citri* colectadas en quintas comerciales.



Figura 2 - A: *Chrysoperla externa*, B: *Ceraeochrysa cincta*.

Las especies de depredadores más representativas fueron *C. cincta* y *C. externa* dado que se observaron durante todo el año, fueron muy abundantes y frecuentes (Figura 2). Con el fin de conocer el potencial de *C. externa* como agente de control biológico de *D. citri*

En Uruguay hay una gran diversidad de insectos benéficos asociados a *D. citri*. En programas de manejo de esta plaga es importante considerar acciones que promuevan su conservación.

se evaluó la preferencia de tamaños de presa y la respuesta funcional de *C. externa* sobre *D. citri*. Este depredador se destaca por ser muy voraz en etapa larval, ser resistente a algunos insecticidas y adaptarse a diversos ambientes.

Se comprobó que *C. externa* se alimenta de todos los tamaños: huevos, ninfas chicas (estadios I y II), ninfas grandes (estadios III, IV y V) y adultos de *D. citri* (Figura 4). El consumo es mayor cuando las presas son pequeñas, pero cuando tiene la posibilidad de elegir prefiere ninfas grandes. Por otra parte, el tipo de respuesta funcional que presenta cuando se alimenta de esta plaga es de tipo II, es decir, es un depredador eficiente a bajas densidades de presa. Se pudo concluir que *C. externa* tiene buen potencial de depredación de *D. citri* y podría ser útil en control biológico aumentativo o de conservación (Pechi, 2021).

Tamarixia radiata es un ectoparasitoide, es decir, la larva se desarrolla y alimenta externamente del huésped (en este caso ninfas III, IV y V de *D. citri*). Otra característica importante de este insecto es que la hembra requiere alimentarse de la hemolinfa de ninfas chicas para obtener proteínas y lípidos para la maduración de huevos.

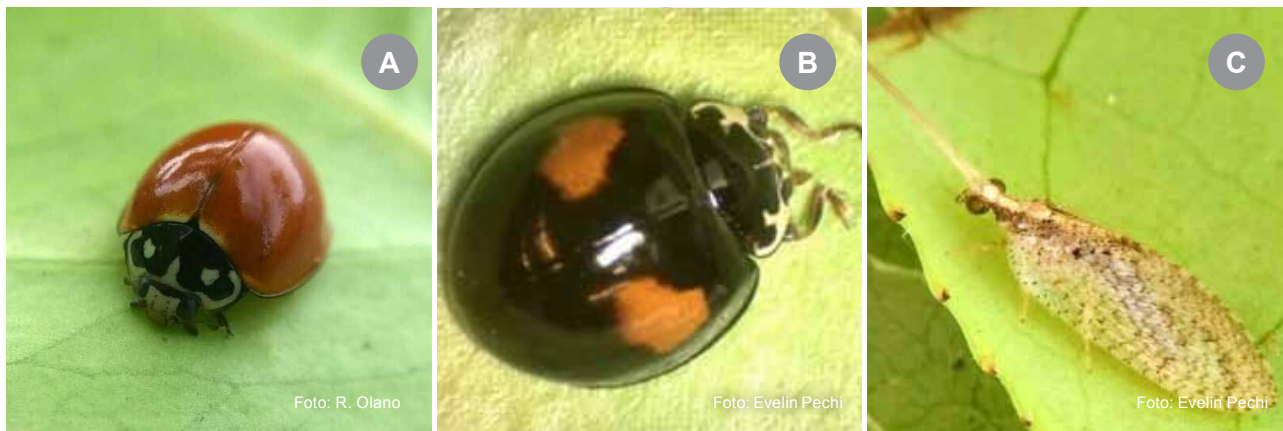


Figura 3 - A: *Cycloneda sanguinea*, B: *Olla v-nigrum*, C: *Hemerobiidae sp.*



Foto: Álvaro García

Figura 4 - Larva de *C. externa* alimentándose de adulto de *D. citri*.



Fotos: Verónica Galván

Figura 5 - A: Adulto de *T. radiata*, B: Ninfas de *D. citri* con orificio de salida de *T. radiata*.

A lo largo de su vida una hembra de *T. radiata* puede matar hasta 500 ninfas entre parasitismo y alimentación. Se encontró por primera vez en Uruguay en el año 2008 y hasta la fecha se observa de forma natural en algunos cuadros con presencia del vector, pero su población en estas condiciones es baja con parasitismos variables (Figura 5).

HERRAMIENTA DE CONTROL BASADA EN *T. RADIATA*

Tamarixia radiata es la primera opción en control biológico aumentativo* de la plaga que se utiliza en el mundo. A partir de 2014 los técnicos de INIA involucrados se capacitaron en todos los aspectos referidos a su multiplicación. Luego se avanzó con investigaciones y validaciones a campo en condiciones locales (Figura 6).



Fotos: Verónica Galván

Figura 6 - A: Primeras emergencias de *T. radiata* en laboratorio, B: Ajustes de parámetros ambientales en biotró. n.

*aumento del número de individuos del enemigo natural, realizando liberaciones a campo, con el fin de controlar una plaga.



Figura 7 - Centro de cría de *T. radiata*.

Ajuste del sistema de cría

Para el ajuste de la cría de *T. radiata*, fue fundamental tener en cuenta la estructura trófica planta-plaga-enemigo natural. El hospedero vegetal seleccionado fue Limón cravo (*Citrus limonia*), cumpliendo con determinados requerimientos de calidad y sanidad para producir brotes atractivos para la oviposición de *D. citri*. En las épocas menos frías del año (primavera a otoño), se trabajó en un invernadero de malla y vidrio. Durante el invierno se continuó en cámara hermética. Para la multiplicación de *D. citri* se utilizaron jaulas cubiertas con malla. Luego de varias pruebas, el ajuste de esta etapa finalizó en 2016.

A partir de ahí se abordó la cría de *T. radiata*. En cada jaula con plantas infestadas de *D. citri* se liberaron parasitoides adultos. Al cabo de 10 días se retiraron brotes con ninfas parasitadas para llevarlos a cajas de emergencia. Los adultos se colectaron para su liberación a campo o en la propia cría. El ajuste de esta etapa finalizó en 2017 y en el verano de ese mismo año se realizó la primera liberación piloto en una quinta comercial de cítricos de la región de Salto. Esto propició una nueva propuesta: la cría masiva de *T. radiata*.

Validación de una propuesta de escalamiento

En el año 2018, INIA, MGAP y las principales empresas del rubro cítrico organizadas en la asociación UPEFRUY, en un formato de alianza, presentaron a ANII el Proyecto “Producción y liberación de *Tamarixia radiata*: estrategia aplicada al manejo sustentable de *Diaphorina citri* (vector de huanglongbing) en Uruguay”. El mismo fue aprobado en 2019 e inició sus actividades en 2020. En octubre de 2021 se inauguró el Centro de cría de *T. radiata* en INIA Salto Grande (Figura 7).

Las instalaciones del centro de cría incluyeron un vivero protegido (invernadero de plástico y malla 50 % *mesh* en sus aberturas) para la producción de la planta hospedero, un invernadero para la cría de la plaga y el parasitoides en los meses de primavera-verano y tres contenedores: para forzar la brotación de las plantas, la cría de *D. citri* y *T. radiata* en los meses de invierno (Figura 8).



Figura 8 - A: Plantas en vivero. B: Estructuras utilizadas.

Tamarixia radiata es la primera opción en control biológico aumentativo de la plaga que se utiliza en el mundo. En Uruguay, a partir de 2014 los técnicos involucrados se capacitaron en su multiplicación, luego se avanzó con investigaciones y validaciones a campo en condiciones locales.

La multiplicación de los núcleos de cría se inicia a partir del mes de julio siguiendo el protocolo establecido en el proceso de investigación. El período de producción y liberación de *Tamarixia* comienza en el mes de noviembre y se extiende hasta fines de abril. La propuesta de escalamiento originó nuevos ajustes como la utilización de jaulas de mayor dimensión para aprovechar todos los espacios (Figura 9).

La colecta de individuos se realiza de forma masiva utilizando la luz natural que entra por las ventanas de la sala de extracción.



Figura 9 - A: jaulas en sala de *Diaphorina citri*. B: jaulas en sala de *Tamarixia radiata*.

Figura 10 - Liberación a campo de *T. radiata*.

El proceso completo desde la poda hasta la recolección de parasitoides se extiende por 45 días. Cada 15 días se inicia un nuevo ciclo, solapándose tres ciclos en diferentes etapas del proceso. Finalmente los insectos se colectan y se envían semanalmente hacia los puntos objetivo.

Liberación de parasitoides

La coordinación de los sitios de liberación está a cargo de un Comité Técnico integrado por representantes del MGAP, INIA y el sector privado (UPEFRUY) y la ejecutan el MGAP y las empresas citrícolas. Las primeras liberaciones se realizaron en predios comerciales de Salto, desde principio de febrero hasta fines de abril del 2022, distribuyéndose 60.000 mil individuos con una densidad de 400 por ha, aunque esta fase debe ser ajustada (Figura 10). La segunda zafra de producción y liberación comenzó en noviembre de 2022 y se extenderá hasta abril de 2023, se han distribuido hasta la actualidad 180.000 individuos en zonas de Salto y Artigas, y se proyecta alcanzar a 350.000 especímenes durante este período. Como un nuevo desafío, se proponen mejoras que, con ajustada inversión, permitirán producir 500.000 individuos por año.

Perspectivas

Actualmente las liberaciones continúan. Se prevé evaluar el impacto del control biológico sobre las poblaciones de *D. citri* en los traspatios de zonas urbanas, así como su inclusión en el manejo integrado de plagas citrícolas que utiliza productos selectivos y de bajo impacto para el control de esta y otras

plagas. El escalamiento de la cría a nivel comercial es una opción a considerar en este momento.

BIBLIOGRAFÍA

Asplanato, G.; Pazos, J.; Buenahora, J.; Amuedo, S.; Rubio, L., Franco, J. (2011). El psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae): primeros estudios bioecológicos en Uruguay. En: Serie FPTA-INIA 28. Asplanato G. (ed). Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA, Montevideo, Uruguay. 48 p

Buenahora J, Pereira das Neves V, Franco J, Galván V, Amorós ME. 2015. Preferencia de oviposición de *Diaphorina citri* en 6 especies de cítricos. VIII Congreso Argentino de Citricultura. Bella Vista- Corrientes.

Galván V., Pereira das Neves V., Rodríguez A., Amaral J., Buenahora J. (2017). *Tamarixia radiata*, ajustes de la cría y primeras liberaciones. http://inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20Salto%20Grande/2017/2017_12_04_citricultura/Resumen_Jornada_Citricultura_4.12.2017.pdf

Hoy, M. A., Nguyen, R., Jeyparakash, A. 2006. Classical biological control of Asian citrus psyllid in Florida. Florida IPM.

Parra, J. R. P., Alves, G. R., Diniz, A. J. F., & Vieira, J. M. (2016). *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) × *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae): mass rearing and potential use of the parasitoid in Brazil. Journal of Integrated Pest Management, 7(1)

Pechi E., Aguirre A., Cáceres S., Asplanato G. 2016. Identificación y análisis faunístico de enemigos naturales asociados a *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). Serie de actividades de difusión N° 769, Salto, Uruguay: INIA Salto Grande. 44p.

Pechi, E. 2021. Preferencia de tamaño de presa y respuesta funcional *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). Tesis Maestría en Ciencias Agrarias, opción ciencias Vegetales. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía.



Figura 11 - Participantes de la inauguración del Centro de cría de *T. radiata* en INIA Salto Grande (octubre de 2021).