



Hembra de *Anagyrus aberiae*.

Liberación del parasitoide *Anagyrus aberiae* Guerrieri en el medio natural, como herramienta de control de la plaga invasiva *Delottococcus aberiae* (De Lotto) y primeros resultados

**Antonia Soto*,
Marco Benito,
Victoria Martínez-
Blay y
Elena Romero**

Instituto Agroforestal
Mediterráneo,
Universitat Politècnica
de València. Valencia,
España.
*asoto@eaf.upv.es

La presencia del cotonet de Sudáfrica, *Delottococcus aberiae* (De Lotto) (Hemiptera: Pseudococcidae), en parcelas de cítricos se ha convertido en los últimos años en un problema de gran importancia. La abundancia de sus poblaciones y la dificultad para controlarlas ha derivado en el desarrollo de un Programa de Control Biológico clásico con el que se pueda encontrar una herramienta de gestión de la plaga que consiga equilibrar sus poblaciones. En este trabajo se presenta la especie *Anagyrus aberiae* Guerrieri (Himenoptera: Encirtidae), parásito exótico de la región de origen de la plaga, y las primeras actividades realizadas tras la importación de dicha especie a España. El objetivo de esta actividad es conseguir el establecimiento permanente de este parasitoide en las parcelas de cítricos españolas, esperando su buena eficacia sobre las poblaciones de *Delottococcus aberiae* y reducir la capacidad de dispersión de la plaga hacia zonas sin su presencia.



Figura 1. Mapa con la localización de los puntos de liberación de *Anagyrus aberiae*.



Foto 1. Detalle de las mangas de aislamiento para las sueltas de *Anagyrus aberiae*.

La especie *Deltoococcus aberiae* (De Lotto) (Hemiptera: Pseudococcidae) se ha convertido, a lo largo de los últimos años, en una importante plaga de los cítricos españoles. En 2009 fue detectada al norte de la provincia de Valencia. Hasta ese momento *Planococcus citri* era la plaga de cotonet más importante en este cultivo, ya que el resto de las especies de este grupo solían pasar desapercibidas debido a sus bajos niveles poblacionales (García-Marí, 2012). *D. aberiae* como plaga no había sido descrita con anterioridad a nivel mundial, ni tampoco los daños que ocasiona en los frutos de cítricos, por lo que esta especie invasiva ha dado lugar a un amplio complejo de estudios y trabajos (Soto y col., 2016).

El género al que pertenece, *Deltoococcus* (Beltrà y col., 2012), se presenta en la zona del África Subsahariana y, hasta 2011 no se había llevado a cabo la revisión de dicho género (Miller y Giliomee, 2011) existiendo anteriormente una importante confusión entre sus especies. Los trabajos realizados durante los últimos años han avanzado significativamente en el conocimiento del comportamiento de esta especie en España; actualmente se han tipificado con claridad los daños y se ha limitado el periodo en que *D. aberiae* puede producirlos en los frutos de los cítricos (Martínez-Blay y col., 2018a). También se han realizado estudios para describir su dinámica y estructura poblacional a lo largo del año (Martínez-Blay y col., 2018b) y se

han definido las técnicas de muestreo y umbrales (Pérez-Rodríguez y col., 2017). Últimamente se han realizado estudios relacionados con el control de hormigas y sueltas de *Cryptolaemus montrouzieri* (García y col., 2021) y también la implicación de ácaros de suelo en su control (Pérez-Rodríguez y col., 2018).

Por otra parte, con relación al control biológico, generalmente los enemigos naturales o bien pueden controlar sus poblaciones o, cuando no es así, colaboran activamente en la disminución de las poblaciones evitando que se produzcan procesos repetitivos de una excesiva abundancia poblacional de la plaga, o lo que consideramos como un efecto invasivo. En España se han realizado diversos trabajos para conocer la viabilidad del control biológico en la gestión de las poblaciones de *D. aberiae*, encontrando que no ejerce un efecto suficiente en el control de las poblaciones de la plaga. Los parasitoides nativos y naturalizados presentes en nuestro país no tienen capacidad para desarrollarse en *D. aberiae* (Tena y col., 2017) y, por otra parte, *Cryptolaemus montrouzieri*, el depredador más eficaz para el manejo de otras especies de pseudococcidos, aumenta sus niveles poblacionales tardíamente, cuando los daños de *D. aberiae* ya están generados en los frutos. En estos casos, el desarrollo de Programas de Control Biológico Clásico suele ser una actividad muy apropiada para poder conseguir el equilibrio de estas plagas. Estos programas de control biológico clá-

sico han sido ampliamente utilizados para pseudococcidos (Bartlett, 1978; Moore, 1988; Franco y col., 2004; Charles, 2010).

Desde 2015 se han estado llevando a cabo trabajos en Sudáfrica para intentar buscar la zona de origen de la plaga y la existencia de parasitoides (Beltrà y col., 2015) y posteriormente, entre los años 2017 y 2019, se han realizado diversos estudios de las poblaciones de *D. aberiae* localizadas en el norte de Sudáfrica, así como de los parasitoides encontrados, siendo algunos de ellos nuevas descripciones (Guerrieri y Cascone, 2018). Estos trabajos han mostrado la existencia de un complejo de parasitoides que coexiste con la especie plaga en la zona de origen. Algunas de estas especies se observan con frecuencia y en alta densidad poblacional en las poblaciones de *D. aberiae* sudafricanas. Motivos de alta especificidad sobre su hospedante y de abundancia en las poblaciones de *D. aberiae* sudafricanas, entre otros, determinaron que fuera la especie *Anagyrus aberiae* la candidata para la importación a España. Tras la solicitud y aprobación por parte del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Transición Ecológica, *Anagyrus aberiae* se importó en julio de 2019. Tras los estudios realizados en condiciones controladas, de su comportamiento y de los efectos secundarios medioambientales, entre otros, se realizó una primera liberación de *A. aberiae* en campo en abril de 2020, implementándola con algunas otras liberaciones, en



Foto 2. Colocación de bandas de cartones corrugados en los troncos y ramas.

abierto, durante los meses posteriores. En este artículo se presentan los primeros resultados obtenidos con relación a dichas liberaciones.

Material y métodos

Para llevar a cabo la suelta del parasitoide *Anagyrus aberiae* en campo en 2020, se realizó previamente una cría de *Delottococcus aberiae* en las instalaciones de la Universitat Politècnica de València. Sobre ella se desarrolló la cría de las poblaciones del parasitoide importado de Sudáfrica. Durante la primavera y verano de 2020 realizamos varias liberaciones del parasitoide en campo, hasta en ocho puntos diferentes de suelta (Figura 1). Seis de ellos están repartidos en la zona de mayor infestación de la plaga (zona 1) y los otros dos en parcelas en las que la plaga ha sido detectada muy recientemente (zona 2) y, por tanto, su densidad en estas parcelas es menor. Para ello se buscaron parcelas con alta presencia de población de *D. aberiae* o de sus síntomas en los frutos. La primera liberación se realizó en abril y el resto, una vez autorizadas por parte del Ministerio, entre junio y septiembre, a medida que se tenía disponibilidad de poblaciones de adultos del pa-



Figura 2. Ejemplo de la situación de los puntos de muestreo para la recuperación de *Anagyrus aberiae*, a distancias crecientes desde el punto de liberación.

rasitoide en nuestras instalaciones. En total, se han soltado alrededor de 500 individuos en cada punto de suelta, llevando a cabo la misma metodología en todas las parcelas.

Las liberaciones de los parasitoideos se realizaron mediante dos metodologías diferentes. La primera se basó en la colocación de mangas de aislamiento, tal como se puede observar en la Foto 1. Esta metodología nos permite aislar la población presente de *D. aberiae* en una rama del árbol, impidiendo la entrada y salida de otros organismos en ella. En el interior de cada una se depositaron diez adultos del parasitoide *A. aberiae* y se mantuvieron cerradas durante el tiempo necesario para desarrollar al menos dos generaciones del parasitoide. Para el seguimiento de la actividad del parasitoide, todo el material del interior de las mangas se trasladó a nuestros laboratorios, donde se realizaron las observaciones de individuos de *D. aberiae* parasitados, sin parasitar, y los estadios de desarrollo en los que se encontraba la población.

La segunda metodología consistió en realizar sueltas del resto de parasitoideos en el mismo árbol en el que se había situado la manga, pero esta vez de forma libre en el medio. De esta forma, se permitió la disper-

sión de *Anagyrus aberiae* al resto de la parcela. Ambas metodologías se realizaron en todos los puntos de suelta salvo en el de Quart de les Valls (el intenso nivel de daño en los frutos indicaba la presencia de la plaga, por lo que sí se realizó la liberación del parasitoide, pero no se colocaron mangas de aislamiento por no encontrar ramas con suficiente población de *D. aberiae* en ellas). La evaluación de resultados de esta metodología se llevó a cabo mediante la colocación de bandas de cartón corrugado alrededor de ramas y troncos (Foto 2). Estas estructuras recogen altas cantidades de individuos de *D. aberiae*, cuando estos están en movimiento, sobre todo en fase de machos y de hembras para la elaboración de sus ovisacos (Foto 3). Entre dos y tres meses posteriores a las sueltas, se recogieron los cartones, transportándolos al laboratorio y realizando las mismas observaciones que en la metodología anterior. A medida que se fue detectando la presencia de *A. aberiae* en los cartones, éstos se fueron colocando a distancias progresivas de 25, 100 y 300 metros del punto de suelta (Figura 2). En ambas metodologías, los individuos parasitados de *D. aberiae* que todavía contenían el parasitoide

ZONA	PARCELA	MANGAS	CARTONES			
			0 METROS	25 METROS	100 METROS	300 METROS
1	Betxí	X	X	X	—	
	Borriana	X	—	—		
	Vall D'uixó 1	X	X	X	X	—
	Vall D'uixó 2	X	X	X	X	—
	Quart de les Valls	X	X	X		
	Sagunt	X	X	X	X	—
2	LLíria	—	—	—		
	Pedralba	X		X		

Figura 3. Detecciones de *Anagyrus aberiae* en las mangas para liberaciones en cerrado, y en cartones corrugados instalados en los puntos de suelta y a distintas distancias crecientes desde dicho punto (la "X" indica nuevas detecciones del parasitoide y el "—" muestra la no detección del parasitoide en los cartones situados a las distancias indicadas. Los espacios vacíos indican, o bien la no colocación de las mangas, o bien que todavía no se tienen resultados).

se aislaron y se dejaron evolucionar en cámaras con condiciones de temperatura controlada para poder obtener los adultos, siendo éstos posteriormente identificarlos y sexados.

Resultados

Los primeros resultados muestran que las poblaciones de *Anagyrus aberiae* se han podido observar con mayor facilidad en los puntos de suelta de la zona de mayor densidad de plaga (zona 1) que en las parcelas de Pedralba o Llíria, que corresponden a la periferia de dicha zona (zona 2) (Figura 3). Varios factores han podido facilitar esta diferencia. Por una parte, la menor población de *Delotococcus aberiae* en la zona periférica hace más difícil la recuperación del parasitoide. En segundo lugar, el factor climático, concretamente la temperatura, podría tener relación con este efecto; las sueltas en la zona 2 se realizaron en verano, en períodos de altas temperaturas, mucho más elevadas que las del periodo de sueltas de la zona 1. De momento no conocemos los requerimientos de temperatura de *A. aberiae*, como pueden ser la temperatura óptima o umbrales de desarrollo, que podría ser uno de los factores limitantes en el crecimiento óptimo de sus poblaciones.

En el material que se recogió del interior de las mangas de aislamiento de la zona 1 se ha podido comprobar el desarrollo de nuevas generaciones del parasitoide en la totalidad de las zonas en las que se coloca-

RESUMEN MANGAS ZONA 1

Parcela	Total parasitados	nº Mangas	Parasitados / Manga
Vall d'Uixó 1	94	5	18,8
Vall d'Uixó 2	8	2	4
Betxí	6	3	2
Borriana	18	1	18
Sagunt	12	4	3
suma	138	15	
Promedio/parcela			9,16

Figura 4. Detecciones de individuos de *Delotococcus aberiae* parasitados en el interior de las mangas de aislamiento.



Foto 3. Hembras adultas de *Delotococcus aberiae* capturadas en los cartones corrugados.

ron dichas estructuras (en una no se pudo colocar por falta de población adecuada de la plaga) (Figura 4). Los resultados indican una buena supervivencia de los parasitoideos soltados en estos recintos, reproducción y producción de parasitismo en las poblaciones de la plaga existente en su interior. En las sueltas realizadas en el medio natural de la zona 1, de forma libre, los resultados se repiten en los muestreros obtenidos en los puntos de suelta (Figura 5) (Foto 4), y de forma semejante a 25 m de distancia. A 100 m, se ha observado

parasitismo de *D. aberiae* en cuatro de las seis parcelas en las que se realizaron las sueltas de esta zona 1. La Figura 6 nos muestra que, de momento, existe una respuesta del parasitoide dependiente de la densidad de la plaga en los cartones.

Teniendo en cuenta que las poblaciones de *Delotococcus aberiae* son tremadamente abundantes, sobre todo en la zona cercana a su original detección, actualmente no se pueden evaluar resultados de eficacia de *A. aberiae* sobre las poblaciones

RESUMEN CARTONES PUNTO DE SUELTA

Parcela	Total parasitados encontrados	Total <i>D. aberiae</i> susceptibles	% parasitismo
Vall d'Uixó 1	15	16	94
Vall d'Uixó 2	55	62	89
Betxí	1	3	33
Borriana	0	1	0
Quart de les Valls	3	5	60
Sagunt	1	6	17
Totales	75	93	
Promedio			49%

Figura 5. Detecciones de individuos de *Delottococcus aberiae* parasitados en los cartones situados en los puntos de suelta del parasitoide *Anagyrus aberiae*.

de dicha plaga. Para esto habrá que esperar que las poblaciones del parasitoide aumenten suficientemente como para producir disminuciones significativas de poblaciones del pseudocóccido.

Otros aspectos de gran importancia, en general en la instalación de enemigos naturales mediante el control biológico clásico, es la capacidad de dispersión de estos organismos en el medio. Con respecto a *Anagyrus aberiae*, creemos que la dispersión se está produciendo correctamente, estando presente ya en 25 y 100 metros de distancia de los puntos de suelta. Muy probablemente la dispersión actual del parasitoide sea mucho mayor que lo observado, pero el comportamiento críptico y de protección de las poblaciones de la plaga esté dificultando su localización.

Mediante la puesta en marcha del presente Proyecto de Control Biológico Clásico, esperamos poder implementar el control de *Delottococcus aberiae* y que, con las liberaciones del parasitoide exótico *Anagyrus aberiae*, podamos conseguir en un medio plazo de tiempo el establecimiento permanente de una de las herramientas de control de la plaga y se pueda contribuir a evitar la dispersión de la misma a zonas en las que todavía no está presente.

Agradecimientos

Queremos agradecer a los técnicos de Consellería y a los de las cooperativas cítricas su disposición para facilitarnos parcelas con presencia de *Delottococcus aberiae* y el mantenimiento libre de plaguicidas de las

Parasitismo en cartones punto de suelta (0m)

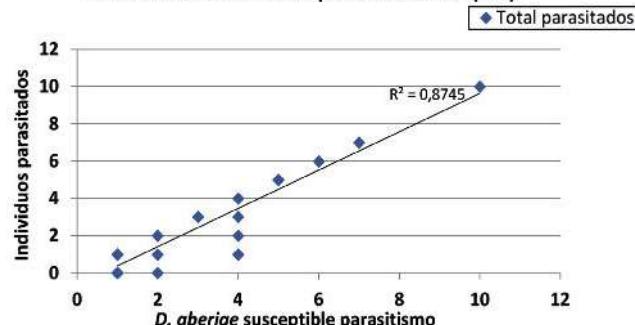


Figura 6. Relación entre los individuos de *Delottococcus aberiae* susceptibles de ser parasitados por *Anagyrus aberiae* y los parasitoides encontrados en los cartones corrugados situados en los puntos de suelta.



Foto 4. Resto de *Delottococcus aberiae* con síntomas de haber estado parasitado.

zonas de liberación del parasitoide, y también a la financiación por parte de la Generalitat Valenciana mediante el convenio de la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica.

Bibliografía

- Bartlett, BR.** 1978. Pseudococcidae. In: Clausen CO, editor. *Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review*. Washington: Agricultural Research Service USDA; pp. 137–170.
- Beltrà, A., Soto, A., and Malausa, T.** 2012. Molecular and morphological characterisation of Pseudococcidae surveyed on crops and ornamental plants in Spain. *Bull Entomol Res* 102: 165-172.
- Beltrà, A., Addison, P., Ávalos, J.A., Crochard, D., Garcia-Marí, F., Gerrieri, E., Giliomee, J.H., Malausa, T., Navarro-Campos, C., Palero, F. y Soto, A.** 2015. Guiding Classical Biological Mealybug Using Integrated Taxonomy. *PLoS ONE* 10(6): e0128685.
- Charles, J.** 2010. Using parasitoids to infer a native range for the obscure mealybug, *Pseudococcus viburni*, in South America. *Biocontrol*. Publicación online: 17-Oct-2010
- Franco, J.C., Suma, P., Silva, E.B., Blumberg, D. y Mendel, Z.** 2004. Management strategies of mealybug pests of Citrus in Mediterranean countries. *Phytoparasitica*, 32 (5): 507-522.
- García A., González, S., Sánchez, A., Vercher R., Deval, I., Cantos. H., Guillem, F. y Pardo, A.** 2021. Aproximación para el manejo del cotonet de Sudáfrica en citricultura ecológica. *Phytoma*, 325: 45-52.
- García-Marí, F.** 2012. *Plagas de los cítricos: gestión integrada en países de clima mediterráneo*. Phytoma. Valencia.
- Guerrieri, E. y Cascone P.** 2018. Anagyrus Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) parasitoid of the invasive *Delottococcus aberiae* (De Lotto) (Hemiptera: Pseudococcidae) From South Africa, with description of two new species. *Zooraxa* 4531 (3): 374-382.
- Martínez-Blay, V., Benito, M., and Soto, A.** 2018a. Characterization and damage period to fruits caused by the invasive pest *Delottococcus aberiae* De Lotto (Hemiptera: Pseudococcidae). Integrated Control in Citrus Fruit Crops. *IOBC-WPRS Bull*.
- Martínez-Blay, V., Pérez-Rodríguez, J., Tena, A., and Soto, A.** 2018b. Density and phenology of the invasive mealybug *Delottococcus aberiae* on citrus: implications for integrated pest management. *J Pest Sci* 91: 625-637.
- Miller, D. R. y J.H. Giliomee.** 2011. Systematic Revision of the Mealybug Genus *Delottococcus* Cox & Ben-Dov (Hemiptera: Pseudococcidae). *African Entomology* 19(2):614-640
- Moore, D.** 1988. Agents used for biological control of mealybugs (Pseudococcidae). *Biocontrol News Inf*. 9: 209-225.
- Pérez-Rodríguez, J., Martínez-Blay, V., Soto, A., Selfa, J., Monzó, C., Urbaneja, A., and Tena, A.** 2017. Aggregation Patterns, Sampling Plan, and Economic Injury Levels for the New Citrus Pest *Delottococcus aberiae* (Hemiptera: Pseudococcidae). *J Econ Entomol* 110: 2699-2706.
- Pérez-Rodríguez, J., Calvo, J., Urbaneja, A. y Tena, A.** 2018. The soil mite *Gaeolaelaps* (*Hypoaspis*) *aculeifer* (Canestrini) (Acari: Laelapidae) as a predator of the invasive citrus mealybug *Delottococcus aberiae* (De Lotto) (Hemiptera: Pseudococcidae): Implications for biological control. *Biological Control*, 127: 64-69.
- Soto, A., Martínez-Blay, V., Beltrà, A., Pérez-Rodríguez, J., and Tena, A.** 2016. *Delottococcus aberiae* (De Lotto) (Hemiptera: Pseudococcidae), comportamiento de la plaga en parcelas de cítricos valencianos. *Phytoma*, 277: 49-53.
- Tena, A., García-Bellón, J., and Urbaneja, A.** 2017a. Native and naturalized mealybug parasitoids fail to control the new citrus mealybug pest *Delottococcus aberiae*. *J Pest Sci* 90: 659-667.