

## Resumen

*Delottococcus aberiae* (Hemiptera: Pseudococcidae) es un pseudocócido invasor originario del África subsahariana que fue detectado causando graves daños en cítricos del este de España en el año 2009. Debido al desconocimiento existente sobre esta especie, la gestión de *D. aberiae* se ha llevado a cabo mediante el uso de tratamientos químicos autorizados contra este tipo de insectos. Sin embargo, la última Directiva Europea (2009/128/EC) sobre el uso sostenible de productos fitosanitarios estipula que la aplicación de plaguicidas en el ámbito agrícola debe reducirse, promoviendo estrategias de manejo más sostenibles como es la aplicación del control biológico de plagas. Además, cuando una especie invasora llega por primera vez a un territorio es necesario estudiar su biología, comportamiento, daños causados y posibilidades de control. En esta tesis se presentan por primera vez estos estudios de biología y comportamiento de la plaga así como un análisis de los daños producidos por *D. aberiae*. También se han realizado estudios con el objetivo de implementar la aplicación de un programa de control biológico clásico sobre esta especie en cítricos en España.

Para analizar la biología y comportamiento de *D. aberiae* se han muestreado durante tres años varias parcelas de cítricos con poblaciones de *D. aberiae* en la Comunidad Valenciana. En estas parcelas se han recogido muestras y contabilizado todos los pseudocócidos presentes, su estadio de desarrollo y el estrato y órgano del árbol donde se encontraban. El periodo de daños al fruto fue estudiado en semicampo y campo mediante la infestación artificial con *D. aberiae* de frutos de distintos tamaños de diámetro. Por último se estudió el comportamiento y las posibilidades de control biológico de *D. aberiae* muestreando diversas parcelas de cítricos en su zona de origen (Sudáfrica).

Los resultados mostraron que la abundancia de las poblaciones de *D. aberiae* en cítricos es elevada en primavera y verano, reduciéndose a niveles mucho más bajos en otoño e invierno. Además el insecto completa varias generaciones a lo largo del año, estando dos de ellas muy claramente definidas y siendo las que dan lugar a elevadas poblaciones de la plaga. En cuanto a su distribución, *D. aberiae* se instaló principalmente en la copa del árbol y se observaron migraciones entre los distintos órganos, mostrando una clara preferencia por el fruto en desarrollo. Entre febrero y septiembre parte de las poblaciones de *D. aberiae* se encontraron en tronco y suelo, existiendo movimientos de subida y de bajada a la copa en función de la fenología de la planta y las condiciones climáticas.

La comparativa entre técnicas de muestreo reveló que las trampas de cartón corrugado proporcionan una medida cuantitativa de la abundancia de *D. aberiae* en las parcelas. Por su parte, las trampas pegajosas, provistas de hembras de *D. aberiae*, fueron capaces de detectar los principales vuelos de machos. Por otro lado, *D. aberiae* causó daños directos al fruto (deformación y/o reducción de tamaño) al alimentarse del ovario de la flor o de los primeros estados de desarrollo de éste. Estos daños son posiblemente debidos a su interferencia con el proceso de división celular.

Por último, en Sudáfrica, lugar de origen de la plaga, los mayores niveles poblacionales de *D. aberiae* se encontraron en verano y la tasa de parasitismo fue máxima en otoño. Entre el complejo de enemigos naturales de *D. aberiae* encontrados destacaron dos especies, *Anagyrus* sp. nov. 1 (Hymenoptera: Encyrtidae) y *Allotropa* sp. nov. (Hymenoptera: Platygasteridae). Ambos parasitoides podrían tener un papel importante en un programa de control biológico contra *D. aberiae* en España. Por ahora, *Anagyrus* sp. nov. 1 parece el mejor candidato por sus mayores tasas de parasitismo en Sudáfrica.

## Resum

*Delottococcus aberiae* (Hemiptera: Pseudococcidae) és un pseudocòccid invasor originari de l'Àfrica subsahariana que va ser detectat causant greus danys en cítrics de l'est d'Espanya l'any 2009. A causa del desconeixement existent sobre aquesta espècie, la gestió de *D. aberiae* s'ha dut a terme mitjançant l'ús de tractaments químics autoritzats contra aquest tipus d'insectes. No obstant això, l'última Directiva Europea (2009/128/EC) sobre l'ús sostenible de productes fitosanitaris estipula que l'aplicació de plaguicides en l'àmbit agrícola ha de reduir-se, promovent estratègies de maneig més sostenibles com és l'aplicació del control biològic de plagues. A més, quan una espècie invasora arriba per primera vegada a un territori és necessari estudiar la seua biologia, comportament, danys causats i possibilitats de control. En aquesta tesi es presenten per primera vegada els estudis de biologia i comportament de la plaga així com una anàlisi dels danys produïts per *D. aberiae*. També s'han realitzat estudis amb l'objectiu d'implementar l'aplicació d'un programa de control biològic clàssic sobre aquesta espècie en cítrics a Espanya.

Per a analitzar la biologia i comportament de *D. aberiae* s'han mostrejat durant tres anys diverses parcel·les de cítrics amb poblacions de *D. aberiae* a la Comunitat Valenciana. En aquestes parcel·les s'han recollit mostres i comptabilitzat tots els pseudocòccids presents, el seu estadi de desenvolupament i l'estrat i òrgan de l'arbre on es trobaven. El període de danys al fruit va ser estudiat en semicamp i camp mitjançant la infestació artificial amb *D. aberiae* de fruits de diferents mides de diàmetre. Finalment es va estudiar el comportament i les possibilitats de control biològic de *D. aberiae* mostrejant diverses parcel·les de cítrics en la seua zona d'origen (Sud-àfrica).

Els resultats van mostrar que l'abundància de les poblacions de *D. aberiae* en cítrics és elevada a la primavera i estiu, reduint-se a nivells molt més baixos a la tardor i hivern. A més l'insecte completa diverses generacions al llarg de l'any, estant dos d'elles molt clarament definides i sent les que donen lloc a elevades poblacions de la plaga. Quant a la seua distribució, *D. aberiae* es va instal·lar principalment en la copa de l'arbre i es van observar migracions entre els diferents òrgans, mostrant una clara preferència pel fruit en desenvolupament. Entre febrer i setembre part de les poblacions de *D. aberiae* es van trobar en tronc i sòl, existint moviments de pujada i de baixada a la copa en funció de la fenologia de la planta i les condicions climàtiques.

La comparativa entre tècniques de mostreig va revelar que les trampes de cartró corrugat proporcionen una mesura quantitativa de l'abundància de *D. aberiae* en les parcel·les. Per la seua banda, les trampes apegaloses proveïdes de femelles de *D. aberiae* van aconseguir detectar els principals vols de mascles. D'altra banda, *D. aberiae* va causar danys directes al fruit (deformació i/o reducció de mida) en l'alimentar-se de l'ovari de la flor o dels primers estats de desenvolupament d'aquest. Aquest danys són possiblement deguts a la seua interferència amb el procés de divisió cel·lular.

Finalment, a Sud-àfrica, lloc d'origen de la plaga, els majors nivells poblacionals de *D. aberiae* es van trobar a l'estiu i la taxa de parasitisme va ser màxima a la tardor. Entre el complex d'enemics naturals de *D. aberiae* trobats van destacar dues espècies, *Anagyrus* sp. nov. 1 (Hymenoptera: Encyrtidae) i *Allotropa* sp. nov. (Hymenoptera: Platygasteridae). Tots dos parasitoides podrien tindre un paper important en un programa de control biològic contra *D. aberiae* a Espanya. Per ara, *Anagyrus* sp. nov. 1 sembla el millor candidat per les seues majors taxes de parasitisme a Sud-àfrica.

## Abstract

*Delottococcus aberiae* (Hemiptera: Pseudococcidae) is an invasive mealybug native to sub-Saharan Africa that was detected causing significant damage to citrus fruits in eastern Spain in 2009. Due to the lack of knowledge about this species, the management of *D. aberiae* has been carried out by the application of authorized insecticides against mealybugs. However, the latest European Directive (2009/128 / EC) on the sustainable use of pesticides stipulates that chemical treatments in agroecosystems must be reduced, promoting more sustainable management strategies such as the application of biological control methodologies. In addition, when an invasive species arrives for the first time in a territory it is necessary to study its biology, behavior, damage caused and control possibilities. This thesis presents for the first time these studies of biology and behavior of the pest as well as a characterization of the damage produced by *D. aberiae*. The possibilities of implementing a classical biological control program against this species in citrus in Spain have also been studied.

To analyze the biology and behavior of *D. aberiae*, several citrus orchards infested with the mealybug have been sampled for three years in the Valencian Community (eastern Spain). Samples have been collected periodically and the number of mealybugs, their developmental stage as well as the infested stratum and organ where they were present have been recorded. The period of damage to the fruit was studied in semi-field and field conditions by the artificial infestation with *D. aberiae* of fruits of different diameter. Finally, the behavior and possibilities of biological control of *D. aberiae* were studied by sampling several citrus orchards in the native area of the mealybug (South Africa).

Results showed that the density of *D. aberiae* populations in citrus orchards is high in spring and summer, decreasing to lower levels in autumn and winter. In addition, the insect completes several generations throughout the year and two of them are clearly defined and result in high population levels. Regarding its distribution, *D. aberiae* was mostly installed in the canopy of the tree and migrations were observed between different organs, showing a clear preference for the developing fruit. From February to September some mealybugs were found in the trunk and soil, moving upwards or downwards depending on the phenology of the plant and the climatic conditions.

The comparison between sampling techniques revealed that corrugated cardboard band traps provide a quantitative measurement of *D. aberiae* density in the orchards. On the other hand, sticky traps, baited with *D. aberiae* females were able to detect the main male flight periods. *D. aberiae* caused direct damage to the fruit (deformation and/or reduction in size) by feeding on the ovary of the flower or on small fruits in development. These damages are probably due to their interference with the process of cell division.

Finally, in South Africa, native area of the pest, the highest density levels of *D. aberiae* were found in summer and the highest parasitism rates occurred in autumn.

Among the complex of *D. aberiae* natural enemies, the two most abundant species were *Anagyrus* sp. nov. 1 (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Allotropa* sp. nov. (Hymenoptera: Platygasteridae). Both parasitoids could play an important role in a biological control program against *D. aberiae* in Spain. For now, *Anagyrus* sp. nov. 1 seems the best candidate because of its higher rates of parasitism in South Africa.