

INFORME TÉCNICO 18/2014

Experiencias de control de la chumbera (*Opuntia ficus-indica*) y de especificidad por el huésped con la cochinilla *Dactylopius opuntiae*



Servicio de Vida Silvestre
Dirección General de Medio Natural
Diciembre 2014

EXPERIENCIAS DE CONTROL DE LA CHUMBERA (*Opuntia ficus-indica*) Y DE ESPECIFICIDAD POR EL HUÉSPED CON LA COCHINILLA *Dactylopius opuntiae*.

ANTECEDENTES

La cochinilla *D. opuntiae* (Fig. 1) es un insecto hemíptero fitófago que se alimenta exclusivamente de la savia de diferentes especies de *Opuntia* (*O. ficus-indica* y *O. stricta*) en función del biotipo. Se trata de una especie originaria de México y perteneciente a la familia *Dactylopiidae*, la cual se encuentra presente en la Comunitat Valenciana al menos desde 12 de Mayo de 2008 (Com. Pers. Andrés Martínez Pérez, Técnico Plagas Alicante, VAERSA), como resultado de su dispersión desde Murcia, donde se detectó en 2007 (Llorens, 2009).



Figura 1. Hembras adultas de cochinilla fijadas sobre un fruto de chumbera, agrupadas y parcialmente recubiertas de secreciones ceras en lo que se conoce como "grupos de cera". También son visibles abundantes estructuras, de forma cilíndrica y alargada, correspondientes a los capullos formados por filamentos ceras, en cuyo interior tiene lugar la metamorfosis de los machos. Fotografía realizada en Chóvar (Sierra de Espadán), el 13/9/2013.

Los insectos del género *Dactylopius* son conocidos por su especificidad con sus huéspedes (chumberas y cardenches) y porque su ataque resulta muy dañino para estas plantas, lo que les ha convertido en organismos de control biológico (OCB) utilizados para el control de cactáceas en todo el mundo desde finales del s. XIX (Tyron 1910; Lonsbury, 1915; Moran y Zimmerman, 1984). Sin embargo, su eficiencia como OCB está condicionada por la climatología del área en la que se introducen, pues requieren temperaturas elevadas para prosperar con rapidez y son sensibles a los impactos y el arrastre que provocan las gotas de agua durante los episodios de lluvia (Moran *et al.*, 1987; Hosking, 1984; Sullivan, 1990). Por todo lo anterior, existen trabajos que detallan experiencias exitosas de empleo de estos insectos (Zimmermann y Moran, 1991), pero también otros en sentido contrario (Sullivan and Hosking, 1992; Moran 1980; Foxcroft y Hoffman, 2000).

En la Comunitat Valenciana, los daños observados en campo son coherentes con lo que puso de manifiesto un estudio experimental de la Universidad Politécnica de Valencia, realizado en 2008 por

encargo del servicio de Vida Silvestre (SVS). Su objetivo era evaluar los impactos de *D. coccus* y *D. opuntiae*, presentes de manera natural en la Comunitat Valenciana, sobre la chumbera. Los resultados demostraron la capacidad de la primera de las especies para provocar una disminución del número de cladodios y de frutos producidos en chumberas infectadas en el campo (Fig. 2). Además, el estudio también puso de manifiesto la capacidad de *D. opuntiae* para provocar la muerte de cladodios de chumbera enraizados y cultivados en contenedor a partir de los dos meses de la infección con el insecto (Rodrigo *et al.*, 2010).

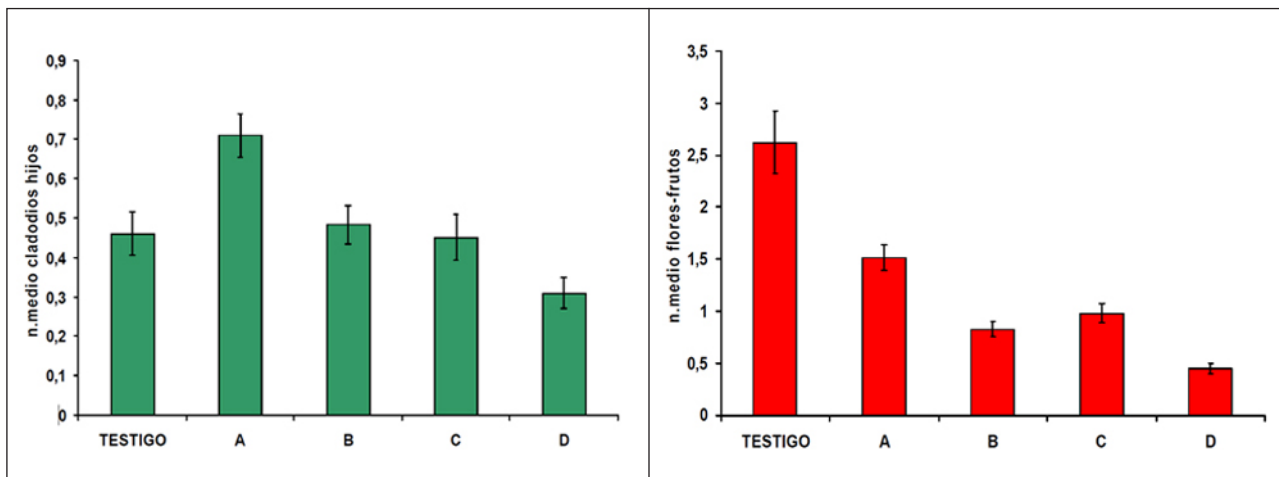


Figura 2. Número medio de cladodios hijos y de flores-frutos producidos en los testigos y en chumberas con distintos grados de infestación por *D. coccus*. A, plantas con menor grado de infestación; D, plantas con infestación máxima. (Fuente: Rodrigo, 2008¹).

Por otra parte, las visitas de campo a núcleos poblacionales de chumbera afectados por *D. opuntiae* en Alicante han permitido corroborar una completa ausencia de daños a otras plantas tanto nativas como exóticas (incluidas otras especies de cactus) o incluso cultivos, en línea con la bien conocida especificidad por el huésped de los insectos-plaga de los cactus (Claps y de Haro, 2001).

Además, durante todo el periodo de presencia de la cochinilla en territorio valenciano no se han registrado problemas relevantes con la población, más allá de molestias provocadas por la invasión de domicilios por los machos de esta especie (de pequeño tamaño, vida efímera y capacidad para el vuelo), sin que este fenómeno haya generado una alarma social destacable.

Con estos antecedentes, el SVS decidió llevar a cabo una serie de translocaciones experimentales de la cochinilla para el control de núcleos de chumbera.

Este informe da cuenta de los resultados experimentales obtenidos en las actuaciones indicadas, y los analiza a la luz de las observaciones realizadas en la Comunitat Valenciana sobre la expansión de la especie y de la información disponible en la bibliografía acerca del empleo de los insectos del género *Dactylopius* como OCB.

¹ Rodrigo E (2008). Estudio de las especies de *Dactylopiidae* presentes en la Comunitat Valenciana y su posible uso como agentes de control biológico de *Opuntia maxima* Mill. Informe técnico para el Servicio de Vida Silvestre. Inédito.

OBJETIVOS

Los objetivos que se plantean en el presente informe son los siguientes:

1. Recopilar la información sobre la expansión de la cochinilla en la Comunitat Valenciana y su impacto sobre las chumberas.
2. Evaluar la efectividad de las translocaciones experimentales de la cochinilla en condiciones de campo, con vistas a un posible uso como OCB para la chumbera.
3. Valorar su especificidad y, por tanto, su posibilidad de empleo como OCB para el control de otras especies del género *Opuntia*.

EXPANSIÓN E IMPACTOS DE *D. opuntiae* EN LAS POBLACIONES DE *O. ficus indica* DE LA COMUNITAT VALENCIANA

En la Comunitat Valenciana la cochinilla se comporta como un OCB muy eficaz, en el sentido de que se ha dispersado a una velocidad muy elevada y que ha provocado daños muy severos en las poblaciones de chumbera que ha infectado.

Por lo que se refiere a su dispersión, en cinco años la cochinilla podría haber avanzado 115 km hacia el norte. Esta es la distancia que separa Orihuela, localidad donde se detectó en mayo de 2008, de Pego (Alicante), donde se localizó en julio de 2014 y que representa su localización más septentrional. No obstante, también hay que tener en cuenta que la cochinilla se introdujo con éxito en el Illot de la Mona (Xàvia) en marzo de 2009, con el objetivo de eliminar las chumberas que competían por el espacio con la población de *Silene hifacensis* de este islote. La efectividad de esta traslocación se detalla en la sección siguiente de este informe. Por tanto, no se puede asumir que la distribución de la especie en Alicante tenga su origen únicamente en Orihuela. Incluso así, es posible realizar una estimación conservadora de tasa de dispersión, dividiendo la distancia que separa el Illot de Pego por el número de años transcurridos entre ambas observaciones. A esta última debe aplicarse un factor de corrección, pues los daños severos observados en Pego (Fig. 4) son compatibles con un ataque de la cochinilla prolongado de, al menos, un año y medio. Por tanto, la tasa de dispersión de la cochinilla en la Comunitat Valenciana podría situarse en un mínimo de 7 km año.

A lo anterior hay que añadir, que la cochinilla ha sido capaz de alcanzar las islas de Tabarca y Benidorm, situadas a 4.090 m y 3.257 m de la costa, respectivamente, lo cual es un indicio más de sus capacidades dispersivas. En conjunto, puede afirmarse que se trata de la velocidad de dispersión más alta de las descritas en la bibliografía, algo que es corroborado por las observaciones experimentales que proporcionan, también, cifras muy elevadas. En este sentido, el control biológico de especies de *Opuntia* con insectos del género *Dactylopius* ha sido considerado lento con frecuencia, con avances del frente de invasión del orden de decenas de metros al año (Hosking *et al.*, 1994; Sullivan and Hosking, 1992, 1995; Foxcroft and Hoffmann, 2000). Únicamente ha sido posible encontrar una referencia de dispersión de *D. opuntiae* en una gran área seca de Sudáfrica (regiones Eastern Cape y Karoo), donde la cochinilla provocó daños devastadores en una superficie de 810.000 ha ocupada por *O. ficus-indica* (Annecke y Moran, 1978), mayor que la provincia de Alicante (582.007 ha). No obstante, en este caso el hombre debió de contribuir activamente al movimiento de los insectos.

Por lo que se refiere a los daños provocados por la cochinilla a las chumberas en la provincia de Alicante, estos pueden clasificarse globalmente como muy severos. Un ejemplo es lo acontecido

con las densas formaciones de cactácea de la isla de Benidorm, donde las plantas muestran pérdida de turgencia y necrosis generalizada. El estado de las chumberas observado en noviembre de 2014 (Fig. 3) en esta localidad es compatible únicamente con una presencia del insecto en este lugar de, al menos, un año y medio, tal y como se ha podido determinar a partir de las introducciones experimentales de la cochinilla realizadas en el Illot de la Mona, Chóvar, Alфондеguilla y Sagunto (ver flechas azules en la figura 4). Por tanto, la llegada de la cochinilla a la isla pudo tener lugar en la primera mitad de 2013.



Figura 3. Aspecto de las chumberas en la isla de Benidorm en noviembre de 2014, con pérdida de turgencia y necrosis generalizada, lo que corresponde a un nivel de daño generalizado clasificable como “muy severo”. Foto: Pedro Mateo.

Por lo tanto, la existencia de una distribución de la chumbera prácticamente continua en la Comunitat Valenciana combinada con la habilidad de la cochinilla para dispersarse a larga distancia bajo las condiciones climáticas de la Comunitat Valenciana hace prever un incremento progresivo de su área de distribución en los próximos años.

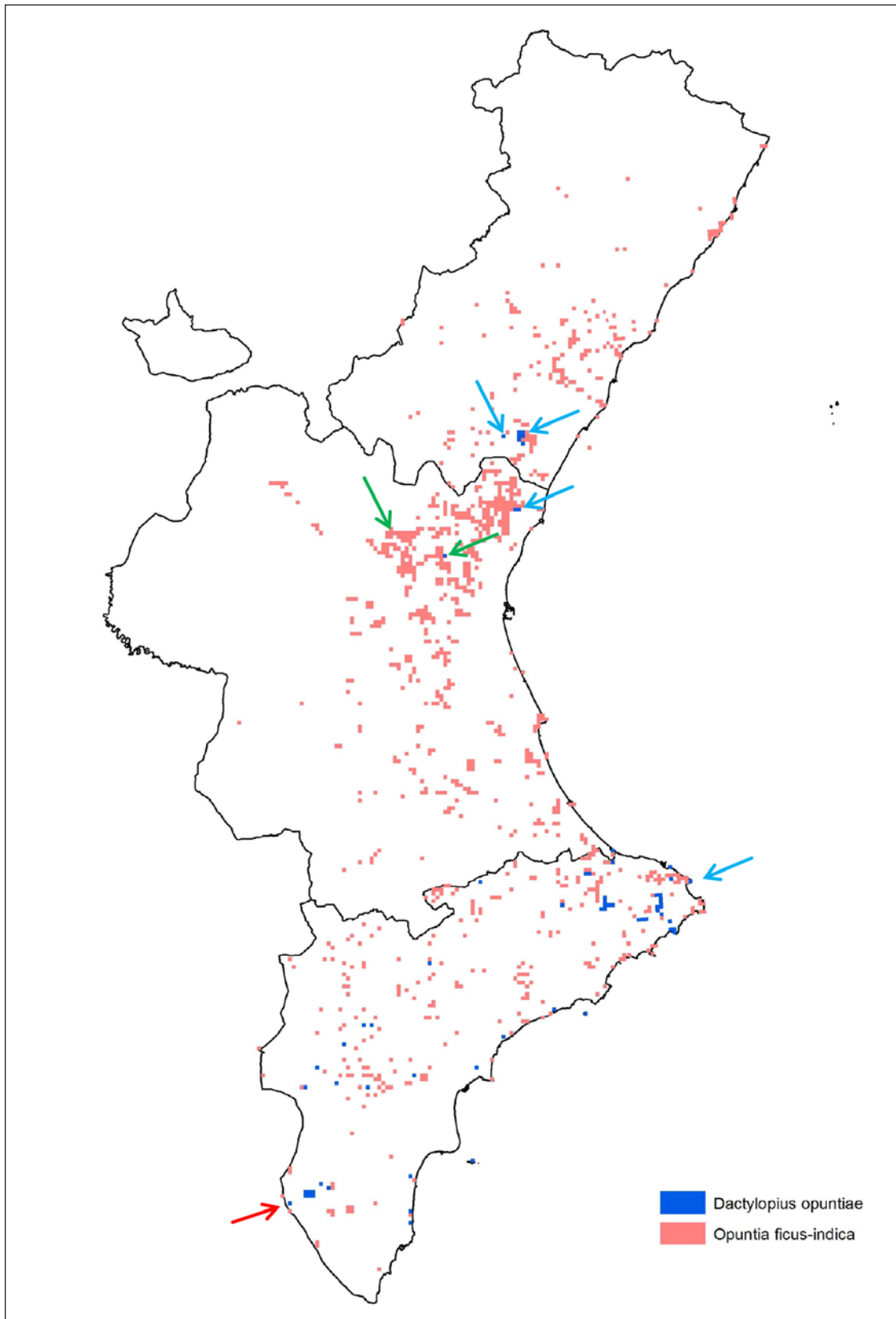


Figura 4. Distribución de la cochinilla (azul) y de la chumbera (rojo). Flecha roja: primera localización del insecto en La Aparecida (Orihuela) mayo 2008. Flechas azules : introducciones experimentales realizadas para infectar núcleos poblacionales de *O. ficus-indica*. De sur a norte: Illot de la Mona (2009); Sagunto (2014); Alfondeguilla y Chóvar (2013). Flechas verdes: introducciones para evaluar la especificidad de la cochinilla sobre otras especies del género *Opuntia* en Lliria y Rocafort (2014).

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LAS TRASLOCACIONES REALIZADAS

Actuaciones realizadas

Se infectaron deliberadamente 4 poblaciones de chumbera (flechas azules en la figura 4). Las experiencias se realizaron en:

- Xàvia (Illot de la Mona). Se introdujeron 2 cladodios infectados el 12-V-2008;
- Chóvar (450 msnm) y Alfondeguilla (290 msnm). Se introdujeron 9 y 18 cladodios, respectivamente, el 13-VI-2013;
- Sagunto (150 msnm). Se introdujeron 109 cladodios infectados el 7-V-2014.

La introducción en el Illot de la Mona (Fig. 5 a-b) fue una iniciativa del Servicio de Vida Silvestre, cuyo objetivo era erradicar las chumberas que crecían en las grietas del islote, compitiendo por el hábitat con la silene de Ifac (*Silene hifacensis*), una especie de flora catalogada en peligro de extinción. La vegetación natural del islote está compuesta por especies de la maquia litoral y de acantilados marinos.

La introducción en el Parque Natural de la Sierra de Espadán (Castellón) se realizó a instancia de los Ayuntamientos de Chóvar y Alfondeguilla, que solicitaron a la Dirección General de Medio Natural una intervención para el control de la chumbera. El motivo aducido era que la especie exótica dificultaba la extracción del corcho. Los lugares de introducción (Fig. 3 c-f) estaban colonizados por chumbera de manera irregular, de modo que era posible encontrar desde parches continuos a ejemplares aislados en el seno de un mosaico de herbazales y matorral sobre areniscas. En ambas localidades las chumberas crecían sobre suelos bien desarrollados, posiblemente antiguos banales a juzgar por los restos de ribazos. En el caso de Chóvar se localizaban en las inmediaciones del municipio, mientras que en Alfondeguilla se situaban a 1,2 km del centro del pueblo.

La introducción en Sagunto también fue solicitada por su Ayuntamiento, puesto que las chumberas ponían en peligro la integridad del patrimonio arqueológico y suponían una grave alteración del paisaje (Fig. 3 g-h). Los cladodios infectados se introdujeron en el recinto del castillo, donde las formaciones de la especie exótica alcanzan una gran densidad. En esta localidad, las chumberas crecen sobre areniscas en suelos en ocasiones bien desarrollados y en otras con abundantes afloramientos rocosos.

Métodos

Infección

Para infectar las chumberas con cochinilla se insertaron cladodios con colonias reproductoras del insecto en chumberas libres del parásito, a razón de un cladodio por planta. Este método es el empleado en países como Sudáfrica, donde diferentes especies de cochinilla se emplean para el control biológico de chumberas.

Para evitar que los cladodios introducidos se desplazasen, en Chóvar y Alfondeguilla se fijaron en la mitad superior de la planta, de modo que el lado más rico en colonias de cochinilla se ponía en contacto con el cladodio de la planta hospedante. De este modo se lograba proteger a las cochinillas

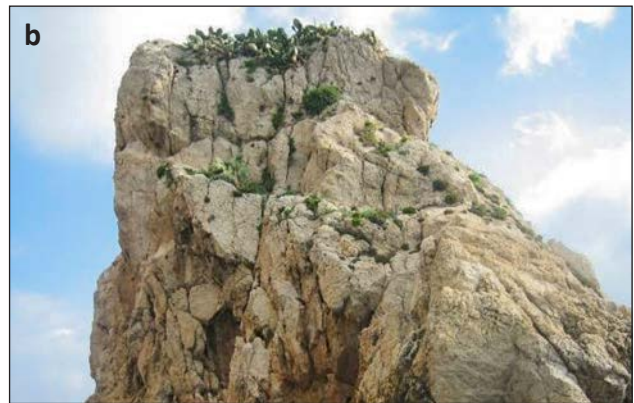


Figura 5. Columna izquierda: Localización de las zonas de introducción de la cochinilla en Alfondeguilla (c), Chóvar (e) y Sagunto (g) respecto a los tres municipios, respectivamente. Columna derecha: Vista general de las tres zonas de introducción en mayo de 2014. Nótese la presencia de la cochinilla en las localidades de Espadán (d y f).

del impacto de la lluvia y de una insolación excesiva. Para la fijación se empleó una brida de plástico. La distancia aproximada entre ejemplares infectados era de unos 10 m lineales.

En Sagunto, el método indicado no resultaba posible en la gran mayoría de los casos, debido a la inaccesibilidad de los núcleos de chumbera como consecuencia de las fuertes pendientes en las que crece, por estar separados por las murallas del castillo o por la elevada densidad de sus formaciones. En estos casos, los cladodios infectados se lanzaron en el seno de masas la especie invasora. Por tanto, la localización de las chumberas inicialmente infectadas en Sagunto fue aproximada en algunos casos y precisa allí donde era posible acceder.

Es importante destacar que la calidad del inóculo introducido en Sagunto fue la más baja de las empleadas, ya que los cladodios estaban en su mayor parte parcialmente necrosados. Por esta razón, el número de colonias que se desarrollaban sobre las palas en el momento de la introducción era ya muy escaso.

Estimación de la capacidad de dispersión de la cochinilla

La dispersión inicial del insecto —la que tiene lugar desde los cladodios infectados a otros cladodios en el seno de una misma planta—, se estimó únicamente en Chóvar y Alfondeguilla mediante conteo directo de las nuevas colonias que aparecían durante los dos primeros meses, al tiempo que se medía y registraba la distancia a la que se situaban respecto al lugar de inoculación en las localidades de Chóvar y Alfondeguilla (Fig. 6). Por otro lado, para estimar la tasa de dispersión entre plantas, las nuevas chumberas infectadas se geo-referenciaron con ayuda de GPS en cada una de las visitas de seguimiento.

En Sagunto, se realizó únicamente una estimación de la dispersión entre plantas. Para ello, se inspeccionaron 10 chumberas elegidas aleatoriamente en 5 cuadrículas accesibles, verificando la presencia o ausencia de colonias de la cochinilla y geo-referenciando la posición de aquellas infectadas.



Figura 6. Colonias incipientes de cochinilla de tamaño minúsculo (flechas blancas), fotografiadas el 28/06/2013, 15 días después de la introducción de la cochinilla en Alfondeguilla.

Estimación del impacto provocado por la cochinilla sobre la chumbera

Para estimar el impacto de la cochinilla se ha elaborado una escala en base a los daños visibles observados (Fig. 8), los cuales se han clasificado en 4 niveles:

- **Leve:** clorosis o necrosis localizadas, sin pérdida de turgencia, menos del 10% de los cladodios desprendidos de la planta.
- **Medio:** clorosis generalizada o pérdida leve de turgencia, entre 10 y 50% de los cladodios desprendidos de la planta.
- **Severo:** pérdida de turgencia y clorosis generalizada, entre 50 y 75% de los cladodios desprendidos de la planta.
- **Muy severo:** pérdida de más del 75% de los cladodios, ejemplares prácticamente irreconocibles pero no muertos.

Evaluación

Crecimiento y dispersión de la cochinilla en las zonas de introducción

En Chóvar y Alfondeguilla se constató un rápido aumento en el número de nuevas colonias que se formaban a partir del cladodio portador de la cochinilla. En paralelo, también se observó un aumento en la distancia a la que las nuevas colonias se establecían respecto a dicho cladodio (Fig. 7, arriba). Ambos procesos fueron más rápidos y los valores obtenidos mayores en Alfondeguilla que en Chóvar, posiblemente por el efecto combinado de la mayor cantidad de inóculo inicialmente introducida en la segunda localidad y por el hecho de que Alfondeguilla es una localidad más térmica que Chóvar. Es bien conocido que las temperaturas más elevadas promueven un desarrollo más rápido del insecto (Hosking, 1984; Sullivan 1990).

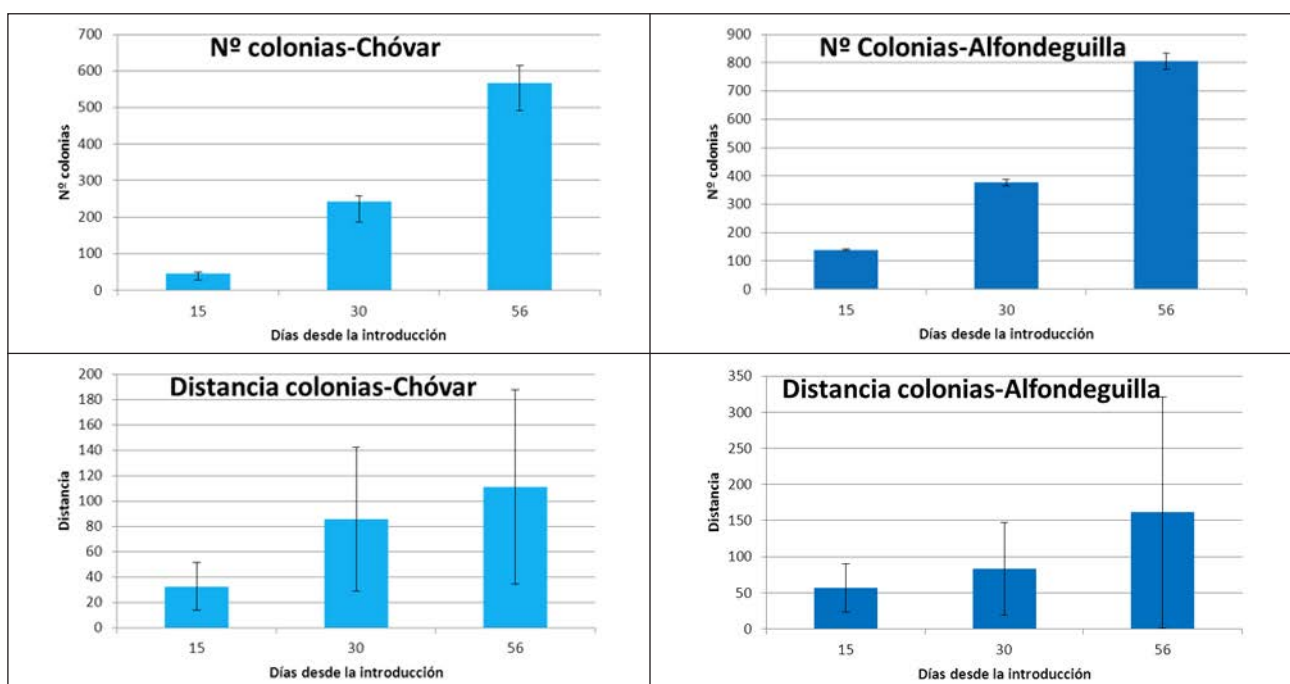


Figura 7. Evolución de la distancia media de las nuevas colonias (arriba) respecto al cladodio infectado y del número medio de colonias (abajo) por planta infectada deliberadamente con el transcurso del tiempo, durante los dos primeros meses transcurridos desde la introducción.



Figura 8. Pares de imàgines de les plantes sotmeses a infecció deliberada emprades en la evaluació de danys. Columna esquerra: aspecte de les plantes en juny de 2013 en el moment de la inoculació. Columna dreta. Aspecte de les mateixes plantes en octubre de 2014. De dalt a baix danys: lleu, mitjà, greu, molt greu.

La dispersión de la cochinilla dentro de una misma planta en las chumberas infectadas deliberadamente tuvo lugar en el periodo de las dos semanas contadas desde la introducción, momento en el que fueron detectadas ninfas del insecto en cladodios adyacentes al inoculado a una distancia media de entre $32,5 \pm 18,7$ cm (Chóvar) y $56,6 \pm 33,43$ cm (Alfondeguilla) (Fig. 7, abajo). La distancia de dispersión continuó aumentando con el transcurso del tiempo lo que provocó que, 4 semanas después de la infección, se observara la infección secundaria o contagio de chumberas. En este momento, se detectaron nuevas colonias localizadas a 1,8 m de distancia respecto a los puntos de introducción inicial.

El rápido aumento del número de colonias observado es debido al corto tiempo de generación de este insecto, establecido en 55-60 días con una temperatura constante de 22 °C (Rodrigo *et al.* 2010), pero que se reduce a 30,7 días a temperaturas de 30-32°C en otras especies del género (Hosking, 1984; Sullivan, 1990). Estas temperaturas son habituales en las zonas de introducción durante el verano.

La figura 9 muestra el avance del frente de infección —límite externo de cada uno de los buffers que aglutinan las plantas infectadas detectadas en las prospecciones realizadas—. De nuevo, en Alfondeguilla el avance de la infección fue más rápido que en Chóvar. Además, en la primera localidad ha alcanzado una distancia de dispersión mayor, de 1.250 m y 2.088 m hacia el norte y sur del punto de introducción, respectivamente. Estos puntos no se muestran en la figura 5 por razones de escala.

La ausencia de dispersión a larga distancia en Chóvar puede deberse a que se trata de un núcleo aislado de chumbera, por lo que los insectos no encuentran huéspedes que les permitan ocupar un área gradualmente mayor. Esto se debe a que las cochinillas son dispersadas de forma pasiva por el viento (Moran *et al.*, 1982) de modo que si no logran alcanzar huéspedes adecuados acaban muriendo al cabo de dos o tres días desde su nacimiento. En este sentido, la dispersión de *D. austrinus* se ve limitada por la densidad de su huésped *O. aurantiaca* en Sudáfrica (Moran, 1980).

En Sagunto sólo una fracción de los lugares de introducción pudo ser visitada de nuevo debido a la inaccesibilidad de la zona. En los puntos prospectados se observó una infección de aproximadamente un 80% de las plantas que pudieron ser inspeccionadas adecuadamente, si bien el número de colonias era todavía bajo y en ocasiones inferior a 5 colonias por planta. A partir de la dispersión constatada para las plantas que pudieron ser revisadas y de su localización se ha elaborado un buffer de dispersión estimada de 25m (Fig. 10). Este buffer excede las murallas del castillo y es coherente con lo observado *in situ*, ya que se detectaron plantas infectadas fuera del recinto amurallado. Es decir, se observó una buena dispersión inicial, semejante a la registrada en las localidades de Espadán, pero con un menor número de colonias por planta, posiblemente como consecuencia del hecho que la mayor parte de los cladodios que se introdujeron contenían un número muy bajo de insectos vivos. En este sentido, únicamente se observó un nivel de infección elevado en aquellas plantas en las que se introdujeron cladodios infectados en buen estado fisiológico y con abundantes colonias reproductoras.

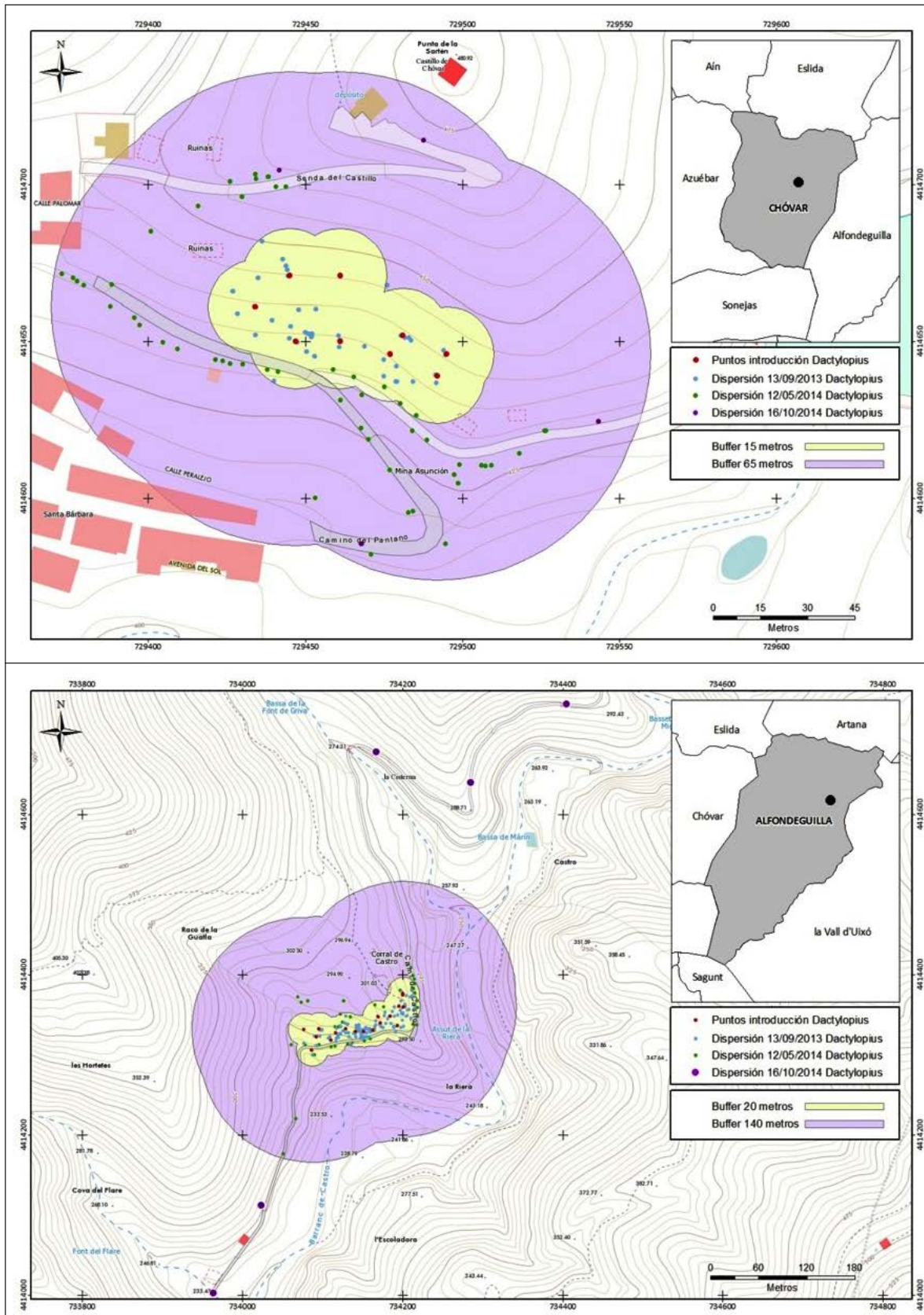


Figura 9. Avance del frente de infección de la cochinilla a los 3 (buffer amarillo) y 11 meses (buffer lila) de la introducción. Los puntos rojos corresponden a la situación de las plantas infectadas inicialmente. Los puntos azules y verdes corresponden a las plantas infectadas a los 3 y 11 meses respectivamente. Los puntos morados en Alfondeguilla corresponden a plantas infectadas a los 16 meses. Nótese la diferencia de escala entre ambos mapas.

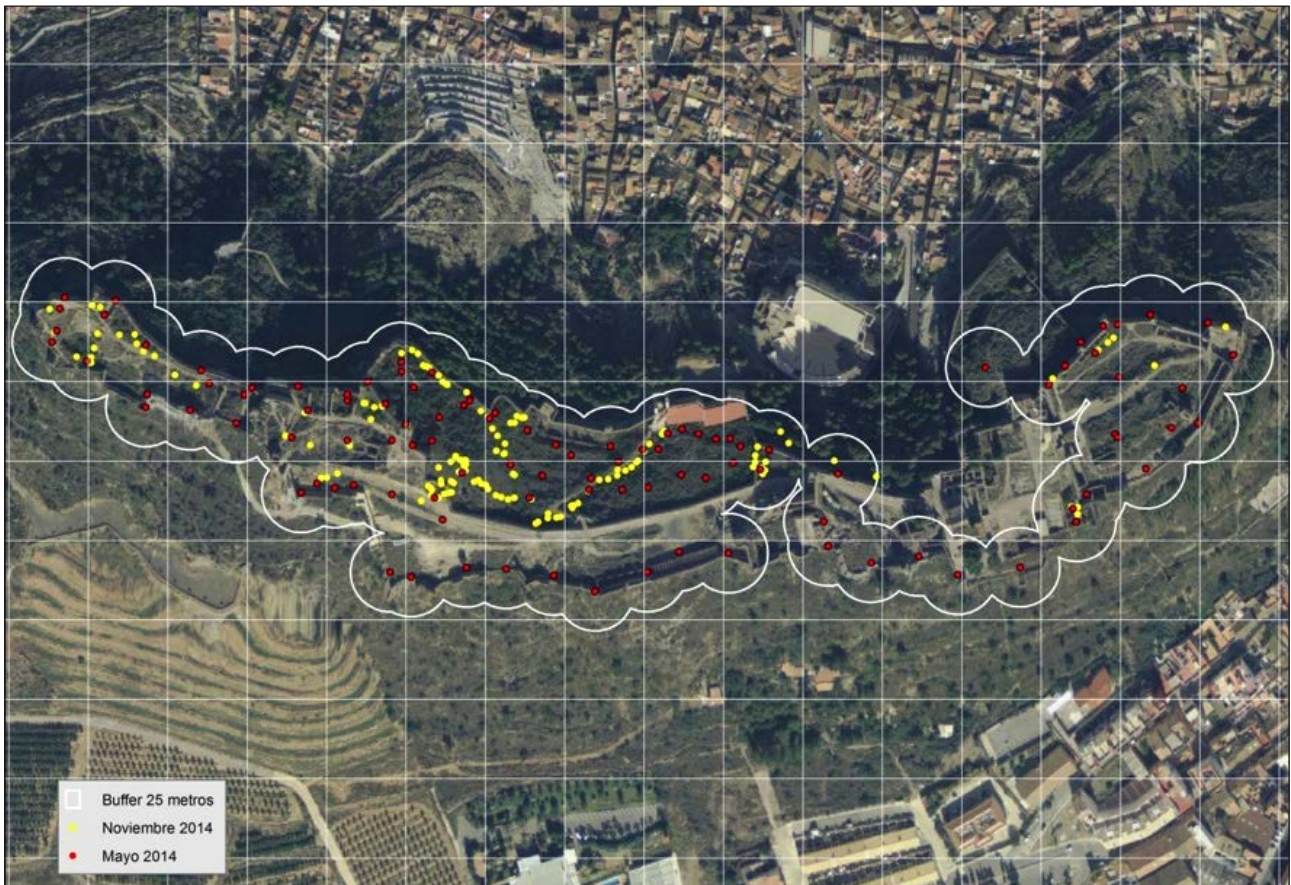


Figura 10. Buffer de 25 m estimado para la dispersión de *D. opuntiae* en Sagunto, transcurridos 6 meses desde la introducción. El buffer se estimó a partir de la dispersión observada alrededor de las plantas infectadas deliberadamente que pudieron ser inspeccionadas adecuadamente. Puntos rojos, zonas de introducción de cladodios en mayo-2014. Puntos amarillos, ejemplares infectados en noviembre-2014.

Impacto sobre la chumbera

El impacto de la cochinilla en las chumberas en Chóvar y Alfondeguilla podría calificarse como severo cuando han transcurrido 16 meses desde la introducción, si bien el nivel de daño es más grave en Alfondeguilla que en Chóvar (Fig. 11).

Por otra parte, se ha observado un nivel de daño desigual entre los ejemplares infectados deliberadamente, es decir aquellos que han estado sometidos el mismo número de meses al ataque del insecto. De este modo, es posible encontrar plantas dañadas de manera muy severa en Alfondeguilla pero no en Chóvar. Además, en esta última localidad se localizan ejemplares que apenas han resultado afectados, aunque en muy bajo número. En estos casos, suele tratarse de plantas poco espinosas, en algunos casos, con cladodios alargados, caracteres propios de híbridos entre *O. ficus-indica* y *O. linguiformis*. Estos resultados vienen a corroborar la elevada especificidad de este insecto por su huésped, en el sentido de que es capaz de discriminar incluso entre subespecies o variedades.

Es importante destacar que, a pesar de la gravedad de los daños observados, en el momento de redactar este informe no se ha constatado la muerte de ninguna chumbera. Además, durante la estación de crecimiento activo (julio-agosto) se produjo un rebrote vigoroso de las plantas infectadas, si bien en esta época las colonias que se habían desarrollado eran todavía escasas y limitadas a sectores dentro de las plantas.

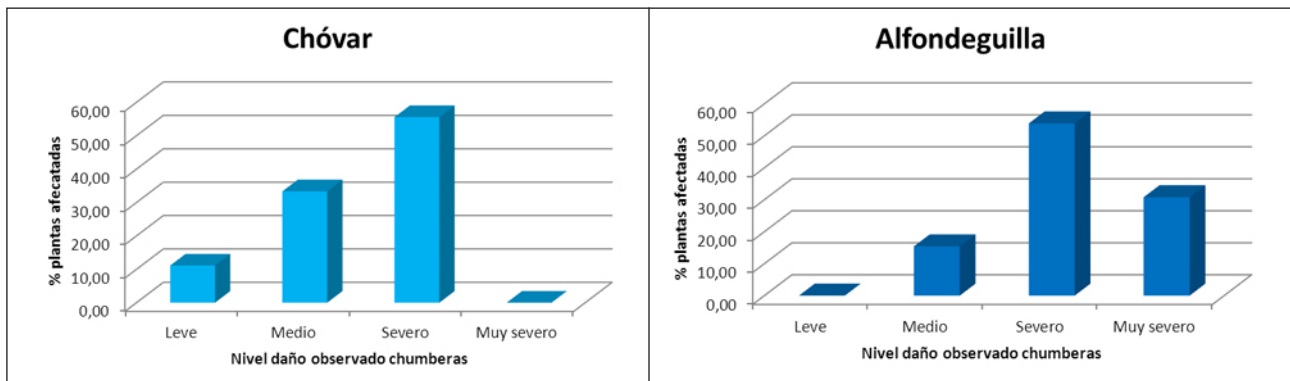


Figura 11. B Distribución del nivel de daño observado entre las plantas sometidas a seguimiento en las dos localidades en las que se introdujo la cochinilla, transcurridos 16 meses.

El desarrollo de los daños en las plantas de las localidades espadánicas se corresponde bien con lo observado en el Illot de la Mona (Xàvia), donde la cochinilla se introdujo en 2008. En la figura 12 puede verse cómo 16 meses después de la introducción los daños producidos a las chumberas son clasificables como “muy severos” en base a la escala elaborada para su valoración (Fig. 8). También se aprecia un agravamiento del daño provocado por la cochinilla con el transcurso del tiempo al comparar las dos imágenes. No obstante, no se constata muerte de los ejemplares de chumbera infectados incluso transcurridos más de dos años de la introducción.



Figura 12. Evolución de los daños provocados por *D. opuntiae* en el Illot de la Mona. Izquierda: imagen de las chumberas en agosto de 2010, 16 meses después de la introducción. Derecha: Las mismas chumberas en agosto de 2011, 28 meses después de la introducción. Nótese el agravamiento de los daños sin que se haya producido la muerte de la planta, que ha sido capaz incluso de producir nuevos cladodios.

Por otra parte, en Sagunto, el nivel de daños observado es leve o inexistente en la gran mayoría de las plantas cuando han transcurrido 6 meses desde la infección (Fig. 13). Únicamente en el caso de las chumberas infectadas directamente se han constatado daños de nivel medio y, excepcionalmente, daños severos en un único ejemplar. Si se compara con lo acontecido en las localidades de Espadán, el desarrollo de los daños ha sido más lento. Es posible que esto sea una consecuencia directa del escaso número de colonias que portaban los cladodios introducidos inicialmente, que se encontraban en muy mal estado.



Figura 13. Aspecto de las chumberas en el castillo de Sagunto, transcurridos 6 meses desde la introducción de la cochinitilla. No se observan daños visibles, si bien la mayoría de las plantas están levemente infectadas.

Las elevadas tasas de dispersión observadas y medidas así como la eficacia del ataque de la cochinitilla podrían ser una consecuencia del periodo seco y cálido que caracteriza el verano en grandes territorios de la Península Ibérica. Se ha demostrado que las precipitaciones provocan el arrastre de *D. opuntiae*, especialmente durante sus primeras etapas de vida (Moran *et al.* 1987) y que esto merma su capacidad de crecimiento poblacional, a la vez que permite la recuperación de las chumberas infectadas, al liberarlas del ataque del insecto y proporcionarles recursos hídricos (Foxcroft y Hoffmann, 2000). Además, las temperaturas cálidas del orden de 30 °C reducen a la mitad la duración del tiempo de desarrollo del insecto en comparación con los días necesarios para completar su desarrollo a 22 °C (Hosking, 1984; Sullivan, 1990). Por lo tanto, la existencia de un periodo cálido y seco en la Comunitat Valenciana proporciona unas condiciones óptimas para la reproducción, el rápido desarrollo y crecimiento poblacional así como para el establecimiento con éxito de los insectos que dispersan. Este conjunto de procesos genera una elevada presión de propágulos y puede ser la causa del rápido avance de la invasión. A esto último hay que añadir que el fuerte estrés hídrico que sufren las plantas durante el verano (incluidas las chumberas) las hace más vulnerables al ataque de las cochinillas, tal y como demostraron Hosking y Deighton para *O. aurantiaca* (1980), lo que se traduce en daños más severos y menor capacidad de recuperación.

La conjunción de factores mencionada en el párrafo anterior es la que puede estar sustentando el excepcional comportamiento de la cochinitilla como OCB para la chumbera en la Comunitat Valenciana, en comparación con otras regiones del mundo. Por tanto, en las condiciones climáticas de nuestro territorio el control de la cochinitilla sobre la chumbera puede considerarse como “completo”, en el sentido de que no es necesario el empleo de métodos de control adicionales para frenar la expansión de la especie invasora, tal y como establecen Olckers y Hill (1999) en su escala de eficacia de OCB.

ESPECIFICIDAD DE *D. opuntiae*

Como ya se ha señalado, durante la expansión de *D. opuntiae* en Alicante no se han observado daños a otras plantas nativas, exóticas (incluidas otras especies de cactus) o a cultivos. No obstante, durante la introducción experimental en Espadán se evaluó la posibilidad de infección sobre otras especies.

Además, se realizó un ensayo adicional de especificidad sobre otras especies invasoras del genero *Opuntia*, con la finalidad de comprobar experimentalmente si la cochinilla podía actuar como OCB para otras especies.

Actuaciones realizadas

En el caso de Espadán, se realizó una evaluación de la posibilidad de infección sobre las especies de flora nativa más abundantes en Chóvar y Alfondeguilla (39), así como plantas ornamentales (25) y cultivadas (6) presentes en las parcelas de introducción o sus alrededores. La relación de plantas analizadas se incluye en el anexo I. Se examinaron visualmente ejemplares de cada especie que no estaban en contacto directo con las chumberas infectadas.

Por otra parte, se realizó un ensayo de infección deliberada de *O. arizonica*, *O. stricta* y *O. linguiformis*. La actuación se realizó el 7 de agosto de 2014 en Rocafort y Llíria (Flechas verdes Fig. 4) y su resultado se evaluó 7 semanas después. Como control se infectó una planta de *O. ficus-indica* que crecía en la misma localidad.

Evaluación

En el caso de Espadán, transcurridos 15 meses desde la introducción no se ha observado desarrollo de larvas, presencia de adultos o daños producidos por estos sobre las plantas examinadas. Tampoco se han constatado los síntomas mencionados incluso cuando las plantas estaban en estrecho contacto con las chumberas infectadas con cochinilla. Ocasionalmente, se verificó la presencia de restos de filamentos céreos por rozamiento de las plantas, pero no de adultos o larvas (Fig. 14).



Figura 14. Jara de Montpellier (*Cistus monspeliensis*) y palmito (*Chamaerops humilis*), en contacto directo con chumberas infectadas por la cochinilla y no afectadas por la plaga.

La ausencia de daños es tanto más importante por cuanto entre las plantas estudiadas se encontraban especies de la familia *Cactaceae* (*Austrocylindropuntia subulata*), y representantes de otras familias muy cercanas filogenéticamente a *Cactaceae*, que son de mayor a menor proximidad: *Portulacaceae*, *Nyctaginaceae* y *Aizoaceae*.



Figura 15. Ensayo de infección de cuatro especies de *Opuntia* spp. con *D. opuntiae*. a) *O. ficus-indica* (control), muestra expansión de las colonias de cochinilla transcurridas 7 semanas de la infección; b) *O. arizonica*; c) *O. linguiformis*; d) *O. stricta*. En estas tres especies no se observó colonización de nuevos artejos por la cochinilla.

Por otra parte, los ensayos de infección sobre otras especies del género *Opuntia*: *O. arizonica*, *O. linguiformis* y *O. stricta* en otras localidades (Rocafort y Lliria) proporcionaron resultados negativos en todos los casos, en el sentido de que, transcurridas 7 semanas desde la infección, se comprobó la ausencia de formación de nuevas colonias sobre la planta. Por el contrario, en la planta de *O. ficus-indica* infectada como control, se constató una abundante formación de nuevas colonias y que éstas habían colonizado nuevos cladodios (Fig. 15).

Los resultados obtenidos en este sentido confirman el bien conocido carácter específico de los insectos de la familia *Dactylopiidae* (Claps y de Haro, 2001), una consecuencia de los efectos conjugados del aislamiento taxonómico de la familia *Cactaceae* y de las características morfológicas y anatómicas de los cactus. Ambos factores han provocado adaptaciones específicas en sus parásitos, de modo que prácticamente no existen insectos cactófilos capaces de alimentarse de otras plantas (Moran, 1980).

ACEPTACIÓN SOCIAL DE LOS ENSAYOS

En términos generales la introducción de la cochinilla no ha suscitado la oposición de los habitantes de la población más cercana a la zona de introducción, que en este caso es Chóvar (Fig. 1). Antes al contrario, los comentarios recibidos por parte de los habitantes durante los trabajos de seguimiento del impacto del insecto fueron favorables hacia la actuación. En este sentido, se comprobó incluso que algunos habitantes habían contribuido a la dispersión de la cochinilla, ya que se observaron cladodios infectados fijados a chumberas alejadas de las parcelas experimentales. A pesar de lo anterior, se ha recibido una queja en la oficina del Parque Natural relativa a molestias ocasionadas por los machos alados de la cochinilla que penetraban en una vivienda adyacente a las chumberas infectadas en Chóvar. Esta es una molestia habitual en zonas con chumberas infectadas por cochinilla, aunque no es un problema de salud pública, ya que los machos de este insecto carecen de aparato bucal y, por consiguiente, de la capacidad de provocar picaduras. Es previsible que, con el transcurso del tiempo y la muerte de los ejemplares de chumbera que sustentan las colonias de cochinilla, este problema disminuya gradualmente y tienda a desaparecer en los próximos meses, habida cuenta de la gravedad de los daños que han sufrido las plantas tras 16 meses de ataque por parte de los insectos.

CONCLUSIONES

- 1.- *D. opuntiae* apareció espontáneamente en el sur de la Comunitat Valenciana (Orihuela) en mayo de 2008. A partir de esa fecha, su velocidad de dispersión en la Comunitat Valenciana ha sido excepcional si se compara con lo acontecido en otras regiones del mundo en las que se ha empleado como OCB. La existencia de un periodo cálido y seco en territorio valenciano ofrece al insecto unas condiciones idóneas para su reproducción, rápido desarrollo y crecimiento poblacional, así como para el establecimiento con éxito de los insectos que dispersan. Este conjunto de procesos sustenta un rápido avance de la invasión.
- 2.- La cochinilla se comporta como un insecto muy dañino para la chumbera en las condiciones climáticas de la Comunitat Valenciana. Su ataque durante 16 meses es suficiente para provocar daños muy severos —pérdida de más del 75% de los cladodios— a la mayoría de chumberas infectadas. Por tanto, su impacto puede considerarse como “completo o total”, en el sentido de que no es necesaria la aplicación de métodos de control adicionales para controlar la expansión de la chumbera.
- 3.- La adaptabilidad de la cochinilla es notable, en el sentido que es capaz de desarrollarse vigorosamente en condiciones climáticas marcadamente diferente, desde el sur de Alicante (Orihuela) hasta el interior de Castellón (Chóvar).
- 4.- En línea con la bien conocida especificidad de los insectos cactófagos, la cochinilla ataca única y exclusivamente a *O. ficus-indica*, lo que elimina cualquier posibilidad de que su expansión en la Comunitat Valenciana y otras regiones de España conlleve impactos negativos sobre otras plantas.
- 5.- Por todo lo anterior, se puede afirmar que la cochinilla puede representar un OCB muy eficaz para el control de la chumbera en la Comunitat Valenciana así como en otras zonas de España donde esta especie se comporta como invasora. Estos resultados son relevantes, por cuanto *O. ficus-indica* es una especie invasora con tendencia demográfica expansiva en España e incluida en el catálogo español de especies exóticas invasoras. Además, es considerada uno de los 20 y de los 100 organismos más invasores de España y Europa, respectivamente.

REFERENCIAS

- Claps LE, de Haro ME (2001). *Coccoidea (Insecta: Hemiptera)* associated with *Cactaceae* in Argentina. *Journal of the professional association for cactus development* 4: 77-83.
- Foxcroft LC, Hoffmann JH (2000). Dispersal of *Dactylopius opuntiae* Cockerell (*Homoptera: Dactylopiidae*), a biological control agent of *Opuntia stricta* (Haworth.) Haworth. (*Cactaceae*) in the Kruger National Park. *Koedoe* 43/2: 1-5. Pretoria. ISSN 0075-6458.
- Hosking JR (1984). The effect of temperature on the population growth potential of *Dactylopius austrinus* De Lotto (*Homoptera: Dactylopiidae*), on *Opuntia aurantiaca* Lindley. *Journal of the Australian Entomological Society* 23: 133-139.
- Hosking JR, Deighton PJ (1980). Biological control of moisture stressed *Opuntia aurantiaca* using *Dactylopius austrinus*. *Proceedings V international symposium on biological control of weeds*. Brisbane, Australia 1980: 483-7.
- Hosking JR, PR Sullivan, Welsby SM (1994). Biological control of *Opuntia stricta* (Haw.) Haw. var. *stricta* using *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) in an area of New South Wales, Australia, where *Cactoblastis cactorum* (Berg) is not a successful biological control agent. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 48 (1994) 241-255.
- Llorens Climent JM. (2009). Relación de nuevas plagas de cultivos encontradas en España en los últimos diez años. *Phytoma España* nº 212: 50-55.
- Loünsbury CP. 1915. Plant killing Insects: The Indian Cochineal. *Agricultural Journal of South Africa*. Pretoria.
- Moran VC, Zimmerman HG (1984). The biological control of cactus weeds: achievements and prospects. *Biocontrol News. Biocontrol News and Information* 5: 297-320.
- Moran VC (1980). The biological control of *Opuntia aurantiaca* in South Africa: evaluation and emerging control strategies. *Proceedings V international symposium on biological control of weeds*. Brisbane, Australia, 1980: 383-7.
- Moran VC, Hoffmann JH, Basson CJ (1987). The effects of simulated rainfall on cochineal insects (*Homoptera: Dactylopiidae*): colony composition and survival on cactus cladodes. *Ecological entomology* 12: 51-60.
- Moran VC, Gunn BH, Walter GH (1982). Wind dispersal and settling of first-instar crawlers of the cochineal insect *Dactylopius austrinus* (*Homoptera: Coccoidea: Dactylopiidae*). *Ecological Entomology* 7: 409-419.
- Olckers T, Hill MP (eds.) (1999) Biological control of weeds in South Africa (1990-1998). *African entomology memoir* nº1.
- Rodrigo E, Catalá-Oltra, Granero M (2010). Estudio comparativo de la morfología y biología de *Dactylopius coccus* y *D. opuntiae* (Cockerell) (*Hemiptera: Dactylopiidae*), dos especies presentes en la Comunidad Valenciana. *Boletín Sanidad Vegetal Plagas* 36: 23-35.
- Sullivan PR (1990). Population growth potential of *Dactylopius ceylonicus* Green (*Hemiptera: Dactylopiidae*) on *Opuntia vulgaris* Miller. *Journal of the Australian Entomological Society* 29: 123-129.
- Sullivan PR, Hosking JR (1992). Colonisation of a stand of smooth tree pear, *Opuntia vulgaris* (*Cactaceae*) by *Dactylopius ceylonicus* (*Hemiptera: Dactylopiidae*) on the North Coast of New South Wales, Australia. *Proceedings of the Eighth International Symposium on Biological Control of Weeds* 2-7

February 1992, Lincoln University, Canterbury, New Zealand. Delfosse, E. S and R.R Scott (eds). DSIR/CSIRO, Melbourne, pp 227-30.

availability for the subjugation of this plant in Queensland and elsewhere. *Queensland Agricultural Journal*, 25: 188-197.

Tyron H (1910). The "wild cochineal insects" with reference to its injurious action on prickly pear (*Opuntia* spp.) in India, etc, and to its

Zimmermann HG, Moran VC (1991). Biological control of prickly pear, *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae), in South Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 37: 29-35

ANEXO

Listado en orden alfabético de las 69 plantas nativas y exóticas revisadas para constatar la presencia o ausencia de *D. opuntiae*. Código colores: Negro, taxones nativos (39); Rojo, taxones exóticos (24); Verde, taxones cultivados (6).

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1. <i>Alocasia</i> sp. | 36. <i>Lavatera maritima</i> |
| 2. <i>Aloe vera</i> | 37. <i>Lippia citriodora</i> |
| 3. <i>Antirrhinum barrelieri</i> | 38. <i>Lobularia maritima</i> |
| 4. <i>Aptenia cordifolia</i> | 39. <i>Lonicera japonica</i> |
| 5. <i>Asparagus acutifolius</i> | 40. <i>Mirabilis jalapa</i> |
| 6. <i>Asparagus horridus</i> | 41. <i>Nephrolepis cordifolia</i> |
| 7. <i>Aspidistra elatior</i> | 42. <i>Nerium oleander</i> |
| 8. <i>Austrocyllindropuntia subulata</i> | 43. <i>Olea europaea</i> |
| 9. <i>Bougainvillea</i> sp. | 44. <i>Osyris alba</i> |
| 10. <i>Brachypodium retusum</i> | 45. <i>Parthenocissus</i> sp. |
| 11. <i>Calycotome spinosa</i> | 46. <i>Pelargonium</i> sp. |
| 12. <i>Celtis australis</i> | 47. <i>Phagnalon rupestre</i> |
| 13. <i>Ceratonia siliqua</i> | 48. <i>Pinus pinaster</i> |
| 14. <i>Chamaerops humilis</i> | 49. <i>Pistacia lentiscus</i> |
| 15. <i>Chlorophytum comosum</i> | 50. <i>Polypodium cambricum</i> |
| 16. <i>Cistus monspeliensis</i> | 51. <i>Portulaca oleracea</i> |
| 17. <i>Clematis vitalba</i> | 52. <i>Prunus dulcis</i> |
| 18. <i>Clivia miniata</i> | 53. <i>Psoralea bituminosa</i> |
| 19. <i>Convolvulus althaeoides</i> | 54. <i>Punica granatum</i> |
| 20. <i>Crassula arborescens</i> | 55. <i>Quercus ilex</i> |
| 21. <i>Crassula ovata</i> (árbol del jade) | 56. <i>Quercus suber</i> |
| 22. <i>Dittrichia viscosa</i> | 57. <i>Rhamnus alaternus</i> |
| 23. <i>Echbaliu elaterium</i> | 58. <i>Rhamnus lycioides</i> |
| 24. <i>Erica arborea</i> | 59. <i>Rosa</i> sp. |
| 25. <i>Eryngium campestre</i> | 60. <i>Rosmarinus officinalis</i> |
| 26. <i>Ficus carica</i> | 61. <i>Rubia peregrina</i> |
| 27. <i>Foeniculum vulgare</i> | 62. <i>Rubus ulmifolius</i> |
| 28. <i>Hedera helix</i> | 63. <i>Sedum sediforme</i> |
| 29. <i>Hibiscus</i> sp. | 64. <i>Smilax aspera</i> |
| 30. <i>Hyparrhenia hirta</i> | 65. <i>Thymus vulgaris</i> |
| 31. <i>Ipomoea cairica</i> | 66. <i>Tylecodon</i> sp. |
| 32. <i>Juniperus oxycedrus</i> | 67. <i>Ulex parviflorus</i> |
| 33. <i>Lantana camara</i> | 68. <i>Umbilicus rupestris</i> |
| 34. <i>Laurus nobilis</i> | 69. <i>Vinca</i> sp. |
| 35. <i>Lavandula stoechas</i> | |