

ANÁLISIS DE LOS RIESGOS FITOSANITARIOS ASOCIADOS AL USO DE *CACTOBLASTIS CACTORUM* (BERG.) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE: PHYCITINAE) COMO AGENTE DE CONTROL BIOLÓGICO DE *OPUNTIA DILLENII* (CACTACEAE) EN CUBA

E. Blanco¹ y L. L. Vázquez²

¹ Laboratorio Central de Cuarentena Vegetal. CNSV. Ayuntamiento 231 e/ San Pedro y Lombillo, Plaza de la Revolución, Ciudad de La Habana

² Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

RESUMEN

El género *Opuntia* (Cactaceae) causa problemas de primer orden en varios países del mundo. En Cuba este género tiene una representación numerosa, pero entre las especies de mayor importancia en la agricultura sobresale *O. dillenii* (Ker.-Gawl.) Haw. por las áreas que ocupa en pastizales de la región oriental del país (más de 31 000 ha). Entre los métodos de control biológico de estas malezas a nivel mundial se destacan la utilización de *Cactoblastis cactorum* (Berg.). Su información para Cuba a inicios de la década del noventa constituye un elemento que hay que considerar en la lucha de *O. dillenii*. En este contexto se realizó un estudio para definir los riesgos fitosanitarios de utilización de *C. cactorum* en el control biológico de *O. dillenii*, principalmente en la región oriental del país. Como soporte metodológico se consideraron las directrices de la FAO para el análisis de riesgo de plagas (1996) y elementos técnicos establecidos por Chang y Miller (1996). Se definió que *C. cactorum* no constituye riesgo alguno para los principales cultivos económicos del país. Se estimó un rango de diseminación mínimo de 300 km desde su sitio de introducción inicial, y un rango potencial de hospedantes de 11 especies, de las que cuatro se consideran endémicas. Se definieron ocho zonas geográficas que por sus características edafoclimáticas y la presencia de hospedantes constituyen las de mayor probabilidad de establecimiento de *C. cactorum*. Se catalogó a *O. militaris* la especie endémica que mayor riesgo de extinción afronta ante la presencia de *C. cactorum*. Por otra parte, se definió que el empleo de *C. cactorum* en el control biológico de *O. dillenii* tendría una repercusión media, considerando principalmente la proporción del impacto en las esferas económica y estética.

Palabras claves: análisis de riesgo, control biológico de malezas, *Cactoblastis cactorum*, *Opuntia dillenii*

ABSTRACT

The genus *Opuntia* (Cactaceae) has been reported causing serious problems in several countries of the world. In Cuba this genus has a broad representation. However among the most import species in Cuban Agriculture, *Opuntia dillenii* (Ker-Gawl) Haw. is the most relevant one due to the areas that it invades in the Eastern Region of the country where more than 31000 ha has been reported in pasture lands. Among the different biological control methods for *Opuntia* spp. worldwide, *Cactoblastis cactorum* (Berg.) (Lepidoptera: Pyralidae) has been reported as the most effective one. Its recent report early in the '90 must be considered as an important tool to Cuba in *O. dillenii*'s control. In this context, a study was conducted to define the phytosanitary risks associated with the use of *C. cactorum* in *O. dillenii*'s control in the eastern region of the country. As a technical support FAO Standards for Pest Risk Analysis (1996) were considered. Chang and Miller's methodology (1996) was also taken into account. Among the main study conclusions, it was defined that *C. cactorum* does not pose any threat to the most important crops in Cuba. A minimal spread range of 300 km was estimated from the introduction site for *C. cactorum* and 11 species were estimated as part of the host range of this insect, being 4 of them considered as native to Cuba. Besides, 8 geographical zones were defined according to soil, climate and host abundance conditions, being considered the regions of higher probability of establishment for *C. cactorum*. *O. militaris* was catalogued as the most susceptible native species to *C. cactorum*. On the other hand, it was defined that *C. cactorum* use, as part of *O. dillenii*'s control would have a medium repercussion, mainly taking into account the impact rate on the economic and aesthetic areas.

Key words: risk analysis, weed biological control, *Cactoblastis cactorum*, *Opuntia dillenii*

INTRODUCCIÓN

Las plantas del género *Opuntia* (Cactaceae: Opuntiales) han sido informadas como problemas de primer orden en varios países del mundo [Robbins, Crafts y Raynor, 1967; Harley y Forno, 1992]. Las primeras ex-

periencias de control biológico de cactáceas de este género se remontan a 1925 en Australia, donde se introdujo *Cactoblastis cactorum* (Berg.) (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) desde Argentina con el fin de

disminuir el área física ocupada por esta maleza, que logró reducirse en un 95 % doce años después de la introducción de este agente biológico [Robbins, Craft y Raynor, 1967]. En Sudáfrica también se relacionan numerosos ejemplos de cactáceas que han sido objeto de control biológico clásico. En este sentido, Zimmermann y Naser (1999) señalaron 12 especies de *Opuntia* sobre las cuales se ejerció este método de manejo de malezas.

Las primeras revisiones del género *Opuntia* en Cuba fueron hechas por el eminente botánico cubano Juan Tomás Roig, quien caracterizó un total de siete especies [Roig, 1912]. Con posterioridad, León y Alain (1953) realizaron una nueva revisión de este género, y describen un total de 10 especies, la mayoría de las cuales habían sido referidas anteriormente por Roig. Según P. Herrera, [IES, Ciudad de La Habana, 2000], recientemente a este grupo taxonómico se sumaron las especies que inicialmente pertenecían al género *Nopalea*.

Por su parte, Acuña (1974) menciona dos especies de *Opuntia* que por su naturaleza describe como plantas indeseables, a saber: *O. dillenii* (Ker.-Gawl.) Haw., conocida comúnmente como tuna brava, y *O. stricta* Haw. (tuna). Pérez y Figueroa (1984) ratifican la importancia económica de *O. dillenii* al referir la relevancia de esta última como planta invasora en áreas de pastos naturales de las provincias de Santiago de Cuba y Guantánamo.

La presencia de *C. cactorum* fue documentada por primera vez en Cuba por Hernández (1993), aunque según E. Pérez, [INISAV, Ciudad de La Habana, 2000] existen evidencias documentales que confirman la presencia del insecto en la zona oriental del país con anterioridad a esta fecha. En este sentido, Habeck & Bennett (2000) asumen que su introducción se produjo en Cuba y en otras islas del Caribe de forma natural, a partir de liberaciones realizadas desde 1957 en las Islas Caimán, Nevis, Puerto Rico, Antigua, entre otras, con el fin de controlar especies de *Opuntia* [Julien y Griffiths, 1998].

El hecho de que *C. cactorum* se encuentre presente en Cuba, específicamente en la región oriental y en la Isla de la Juventud, así como la peculiaridad de no ser objeto de medidas fitosanitarias de erradicación o al menos de contención, lo excluyen parcialmente de la categoría de organismo objeto de cuarentena vegetal. Sin embargo, las posibilidades de su empleo como agente de control biológico en el combate de especies invasoras de *Opuntia* le confieren ciertas características que lo insertan dentro de este concepto, ya que dicha acción implica necesariamente su diseminación y eventualmente su reproducción masiva. Este criterio se hace aún más sólido si se tiene en cuenta el conflicto de intereses que se ha suscitado a partir de su posible utilización como elemento de control biológico en la región oriental del

país, debido fundamentalmente al riesgo que implicaría esta acción para las cactáceas nativas de esa zona, en su mayoría presentes en lugares turísticos o recreativos.

De cualquier manera, la importancia de *C. cactorum* en el manejo de malezas del género *Opuntia* está ampliamente documentada a nivel internacional, y su presencia en zonas geográficas del país donde existen plantas invasoras de este género, constituye un elemento de lucha que debe tenerse en cuenta. En este contexto, el objetivo del presente estudio está dirigido a definir los riesgos asociados a la utilización de *C. cactorum* en el control biológico de *O. dillenii* en Cuba, específicamente en la zona oriental del país, donde esta cactácea constituye un motivo de preocupación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este estudio se tomaron como sustento metodológico las directrices de la FAO para el análisis de riesgo de plagas (1996), fundamentalmente las fases 2 y 3 de dicho procedimiento, así como algunos elementos técnicos establecidos por Chang y Miller (1996) para este tipo de análisis. Se asumió la probabilidad de establecimiento de *C. cactorum* en Cuba, puesto que este aspecto está debidamente documentado en la literatura y se analizaron fundamentalmente aspectos relativos a las consecuencias de dicho establecimiento en el país. La ecuación básica de trabajo para la estimación relativa de este indicador fue la utilizada por Chang y Miller (1996), con las correspondientes adaptaciones a la situación en que se enmarca el análisis. De esta manera, se asumió que:

$$Cu = I_1 I_2 I_3$$

donde Cu es la consecuencia de utilización de *C. cactorum* como elemento de control biológico de *O. dillenii*, e I_1 , I_2 , e I_3 como el impacto potencial relativo al daño económico, impacto potencial de tipo estético y el impacto potencial de daño percibido desde el punto de vista social, respectivamente. Se debe especificar que la fórmula previamente establecida no constituye una multiplicación de los parámetros que la conforman, sino una estimación cualitativa de cada uno de ellos.

De manera complementaria y como soporte científico en la estimación de los parámetros referidos, se analizaron aspectos bioecológicos de *C. cactorum* y su relación con el clima, así como las posibles zonas de establecimiento en el territorio nacional. Finalmente se examinaron las posibles alternativas para la mitigación de los riesgos previamente definidos a partir de la evaluación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Características biológicas de *C. cactorum*

Cactoblastis cactorum (Berg.) (Lepidoptera:Pyralidae:Phycitinae) constituye una de las cuatro especies cac-

tófagas que se agrupan en el género [Mann, 1969; citado por Zimmermann y Pérez-Sandi, 1998]. Esta especie es originaria de Argentina, Uruguay, Paraguay y del sur de Brasil. Mc. Fayden [1985; citado por Zimmermann y cols., 1999], reconoce un total de diez biotipos (¿o especies?), tomando en cuenta las diferencias entre las larvas, las plantas hospedantes o la localidad para la cual se informan.

El adulto hembra de *C. cactorum* deposita sus huevos en las pencas de plantas susceptibles del género *Opuntia*. Estos son colocados sobre espinas o encima de los cladodios uno sobre el otro hasta conformar una puesta a manera de bastón que mimetiza con las espinas de la planta. Cada masa de huevos puede contener entre 60-100 unidades. Johnson y Stiling (1998) establecieron que el número de puestas puede ser mayor en plantas de talla media o grande, aunque dicho indicador no fue claramente definido en el experimento desarrollado por estos investigadores en la Florida. Por otra parte, los mismos autores tampoco encontraron diferencias significativas entre el número de puestas por penca en plantas de talla pequeña, media o grande en ninguno de los sitios evaluados.

Cuando eclosionan los huevos, emergen las larvas que penetran en las pencas a través de un solo orificio, tal vez evitando las secreciones gomosas defensivas de la planta [Zimmermann y cols., 1999].

Las larvas permanecen alimentándose de forma gregaria hasta transitar por seis instares y alcanzar la fase pupal. Según Zimmermann y Pérez-Sandi (1998), el período larval puede prolongarse por dos meses en verano y cuatro en invierno. Al respecto, Johnson y Stiling (1998) comprobaron que en la Florida la actividad larval se incrementa en el período de mayo a septiembre y ocurre un nuevo período de actividad a finales del otoño e inicios del invierno.

Las larvas maduras son de color anaranjado brillante, con bandas negras transversales en su cuerpo, que pueden ser continuas o interrumpidas. Estas pueden alcanzar alrededor de 30 mm. Al madurar, las larvas abandonan los cladodios donde se alimentaron y tejen cocones de seda en lugares protegidos, tales como pencas secas o en descomposición, que se encuentren en el suelo. La emergencia de los adultos se produce aproximadamente 60-70 días después.

El adulto es una polilla de color pardo-grisáceo que alcanza una dimensión de 25-30 mm con las alas extendidas.

2. Importancia económica de las especies del género *Opuntia* en el país

La importancia económica del género *Opuntia* en Cuba es significativa (Tabla 1). Su utilización como plantas ornamentales a lo largo del país distingue a estas cactáceas por su valor fundamentalmente estético [Rodríguez y Apezteguía, 1985].

Tabla 1. Importancia económica relativa de *Opuntia* spp. en la zona oriental del país

Especie	Sitios de ocurrencia	Abundancia relativa*	Afectación relativa	Referencia
<i>Opuntia dillenii</i>	Costas secas y en terrenos pedregosos y áridos	--+	-	Roig, 1965
	Litorales altos y rocosos	+++	-	Acuña, 1974
	Pastizales	+++	Muy significativa	Pérez, 1984
	Litorales orientales	--+	Significativa	Pérez, E.[INISAV, Ciudad de La Habana, 2000]
<i>O. stricta</i>	Pastizales	+	Considerable	Acuña, 1974
<i>O. militaris</i>	Base Naval de Guantánamo	+	-	León y Alain, 1953; P. Herrera [IES, Ciudad de La Habana, 2000]
<i>O. cubensis</i> (<i>O. militaris</i> x <i>O. dillenii</i>)	-	+	-	León y Alain, 1953
<i>O. macracantha</i>	-	+	-	León y Alain, 1953
<i>O. ficus-indica</i>	Escapada de cultivo	+	-	León y Alain, 1953
<i>O. coccinellifera</i>	Escapada de cultivo	+	-	León y Alain, 1953
<i>O. millspaughii</i>	Cayos y costas	+	-	León y Alain, 1953
<i>O. auberi</i>	-	+	-	León y Alain, 1953
<i>O. dejecta</i>	Cultivada por sus frutos	+	-	León y Alain, 1953

* Abundancia relativa de acuerdo con el criterio del autor referido

+ Presente ++ Abundante +++ Muy abundante

Con menor frecuencia, estas plantas también son referidas como cultivables, ya sea para la alimentación del ganado o para la degustación de sus frutos [P. Herrera; IES, Ciudad de La Habana, 2000]

Además, dentro de este grupo sobresalen especies que son endémicas del territorio nacional, tales como *O. militaris* y *O. macracantha*, entre otras, lo cual les confiere gran importancia desde el punto de vista botánico.

También se conoce que estas especies, entre otras cactáceas, son objeto de colección en los diferentes jardines botánicos del país.

No obstante, como malezas, hasta la fecha se refieren afectaciones causadas por especies de *Opuntia* en la ganadería y varios autores las catalogan como invasoras [Acuña, 1974; Pérez, 1977; Pérez y cols., 1983; Pérez y Figueroa, 1984]. En este sentido, *O. dillenii* sobresale por el grado de diseminación y dominancia que ha alcanzado en el litoral sur-oriental del país [Pérez, E. INISAV, Ciudad de La Habana, 2000], aunque también se informa en lugares ubicados tierra adentro donde afecta pastizales, interfiere en el pastoreo del ganado u ocasiona molestias al hombre. Por su parte, *O. stricta* se considera menos agresiva, pero frecuentemente también afecta potreros de pasto natural [Acuña, 1974] (Tabla 1).

Según Pérez y Figueroa (1984), el área invadida por *O. dillenii* hasta ese momento ascendía a 31 240 ha entre las provincias de Santiago de Cuba y Guantánamo, estimándose que en 23 060 ha de estas el grado de cobertura de la maleza ascendía a un 25% de los campos, mientras que en las restantes superaba esta cifra. Estos mismos autores señalaron además un total de 534 ha físicamente ocupadas por la maleza y sugirieron el inicio de una campaña para su erradicación.

Las pocas posibilidades existentes para desarrollar un programa de lucha química contra *O. dillenii* desde hace varios años evidencian la probabilidad de agudización de este problema en la zona oriental del país. Esto se pone de manifiesto en las inquietudes referidas al respecto por parte de organismos estatales y especialistas vinculados a la actividad pecuaria en la región.

Por otra parte, la importancia de las malezas del género *Opuntia* en la región del Caribe según refieren Julien y Griffiths (1998), así como en varias regiones tropicales y subtropicales en general [Zimmermann, 1999], presupone la posibilidad de agudización de este problema, a pesar de existir *C. cactorum* en el territorio.

3. Diseminación de *C. cactorum* en la subregión del Caribe. Distribución potencial en Cuba desde su información

La probabilidad de que la introducción de *C. cactorum* haya sido por vías naturales, tal como lo señalan Habeck & Bennett (1990), o accidental, conduce a pensar

que su distribución puede ser limitada, aunque no existen estudios recientes sobre esta temática en la literatura nacional. En este sentido existe la posibilidad de que su introducción se haya producido en lugares con poca existencia y/o abundancia de sus hospedantes preferenciales. Sobre este aspecto Simmonds y Bennett (1966), citados por Zimmermann y cols. (1999), señalaron la pobre dispersión de *C. cactorum* en las Islas Vírgenes (Estados Unidos), luego de ser introducido desde otras islas del Caribe. De igual forma, otros autores hacen referencia a una dispersión limitada en Australia y Sudáfrica, respectivamente, después de su introducción [Dodd, 1940; Pettey, 1948; Robertson, 1985; citados por Zimmermann y cols., 1999] mayormente asociada a los factores antes señalados.

El primer informe oficial de la presencia de *C. cactorum* en la zona oriental de Cuba se realizó a inicios de la década del noventa [Hernández, 1993]. Sin embargo, existen evidencias de la presencia del insecto en dicha zona con anterioridad a esta fecha. Adicionalmente, Hernández y Emmel (1993), referidos por Hernández (1993), habían confirmado con anterioridad la presencia de *C. cactorum* sobre *O. dillenii* en el municipio especial Isla de la Juventud. Teniendo en cuenta estos elementos, la diseminación de *C. cactorum* hasta la fecha puede haber alcanzado gran parte de la zona supuestamente sometida a riesgos desde el punto de vista ecológico.

A modo de análisis, vale citar que sobre este aspecto Johnson y Stiling (1998) estimaron una tasa de diseminación desde los cayos de la Florida hacia el norte de este estado norteamericano, a razón de 200-360 km en 1990. Tal índice disminuyó significativamente en los dos años siguientes, principalmente debido a la disponibilidad y abundancia de hospedantes del insecto en las zonas sometidas a evaluación (Fig. 1). Según refieren los mismos autores, la mayoría de los reportes de presencia del insecto provenían de las zonas costeras y áridas, donde existe una mayor abundancia de cactáceas, mientras que la invasión del insecto no había rebasado veinticuatro kilómetros tierra adentro hasta junio de 1992.

Si se asumen diferentes medidas estadísticas de tendencia central calculadas a partir de los valores de diseminación por año referidos por Johnson y Stiling (1998) (Tabla 2), y teniendo en cuenta la similitud en relación con la zona donde se reportó inicialmente *C. cactorum* en Cuba, se obtendría como resultado un grado de diseminación que actualmente abarcaría como mínimo una distancia de 315 km desde el sitio de introducción inicial.

Si se obvia la situación previamente analizada y se asume como determinante la presencia de *O. dillenii* en niveles considerables en al menos 31 000 ha de pastos en la región oriental, además de su presencia en las zonas costeras, es de esperar una diseminación mucho mayor.

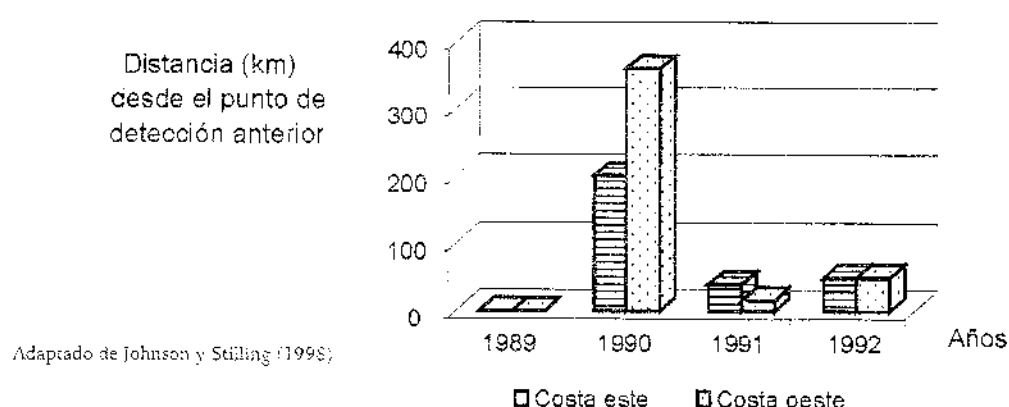


Figura 1. Índice de disseminación anual de *C. cactorum* en la Florida (E.U.) desde su detección

Tabla 2. Diferentes medidas estadísticas de tendencia central de los valores de disseminación anual de *C. cactorum* en la Florida y distancia potencialmente colonizada en Cuba desde su detección inicial

Medida estadística de tendencia central	Valor calculado	Distancia potencialmente colonizada por <i>C. cactorum</i> (km) hasta la fecha
Media aritmética	89,5	626,5
Mediana	45	315,0
Media geométrica	69,7	487,9
Moda	50	350,0

Fuente: Modificado de Johnson y Stilling (1998)

4. Efecto del viento sobre la posible disseminación de *C. cactorum* en Cuba

En la Tabla 3 se resumen la frecuencia y velocidad de los vientos por rumbos en diferentes estaciones meteorológicas ubicadas en zonas con potencialidad de establecimiento o existencia confirmada del insecto.

Al analizar estos indicadores en las zonas supuestamente libres del insecto se puede inferir que este factor climático indudablemente constituye un elemento favorecedor de la disseminación de *C. cactorum* hacia las zonas presuntamente libres, lo cual complementa la amplia capacidad de vuelo de los adultos [Zimmermann y cols., 1999].

Tabla 3. Frecuencia y velocidad de los vientos en diferentes estaciones meteorológicas ubicadas en zonas con potencialidad de establecimiento o existencia confirmada de *C. cactorum*

Provincia	Estación meteorológica	Frecuencia mayor del viento / rumbos	Velocidad media mayor del viento / rumbos
Guantánamo	Punta de Maisí	28 % (E)	20 km/h (E)
Santiago de Cuba	Gran Piedra	18 % (NE)	22 km/h (NNE)
Granma	Cabo Cruz	23 % (ESE)	19 km/h (ESE)
Isla de la Juventud	La Fe	15 % (E)	19 km/h (S)
Pinar del Río	Cabo de San Antonio	12 % (NE)	20 km/h (N)

Fuente: Atlas climático de Cuba (1987)

En este sentido resulta evidente que prácticamente en todas las estaciones, tanto la frecuencia como la velocidad del viento tienen un predominio direccional con componente del este, o sea, en el sentido de las áreas donde el insecto no ha sido señalado.

5. Hospedantes de *C. cactorum* a nivel mundial. Rango potencial de hospedantes para Cuba

C. cactorum constituye una especie oligófaga, y entre sus hospedantes fundamentales se encuentran cactá-

ceas de los géneros *Opuntia* y *Austrocylindropuntia*, aunque se conocen varias especies sobre las cuales no se ha registrado el insecto en su centro de origen [Zimmermann y cols., 1979]. Sin embargo, Zimmermann y Pérez-Sandi (1999) hacen la salvedad de que este fitófago no se ha señalado para los géneros *Cleistocactus* y *Cereus*, ambos de la misma familia de plantas. Mc Fayden

(1985) por su parte, informó a *C. cactorum* sobre una cactácea del género *Eriocereus* en Argentina, lo cual amplía aún más el rango de hospedantes.

En la *Tabla 4* se relacionan las especies de *Opuntia* que muestran susceptibilidad al ataque del insecto en diferentes zonas geográficas del mundo, y aquellas que se encuentran en Cuba.

Tabla 4. Especies del género *Opuntia* y su grado de susceptibilidad al ataque de *C. cactorum* a nivel mundial. Especies potencialmente hospedantes en Cuba

Especie	Susceptibilidad relativa	Especies presentes y endémicas en Cuba
<i>Opuntia megacantha</i>	++	
<i>O. streptacantha</i>	++	
<i>O. elata</i>	?	*
<i>O. militaris</i>	?	*
<i>O. cubensis</i> (<i>O. militaris</i> x <i>O. dilenii</i>)	++	*
<i>O. ficus-indica</i>	++	*
<i>O. stricta</i> (= <i>O. dilenii</i>)	+++	*
<i>O. lindheimeri</i> (= <i>O. engelmannii</i>)	+++	
<i>O. millsbaughii</i>	?	* (= <i>Consolea millsbaughii</i>)
<i>O. compressa</i>	+-	
<i>O. spinulifera</i>	+-	
<i>O. curassavica</i>	+++	
<i>O. repens</i>	?	
<i>O. tuna</i>	+-	
<i>O. tomentosa</i>	++	
<i>O. triacantha</i> (= <i>Opuntia</i> (= <i>Consolea</i>) <i>macracantha</i>)	++	*
<i>O. spinosissima</i>	+++	
<i>O. humifusa</i>	+	
<i>O. pusilla</i>	-	
<i>O. coccinellifera</i> (<i>Nopalea coccinellifera</i>)	?	*
<i>O. auberi</i> (<i>Nopalea auberi</i>)	?	*
<i>O. dejecta</i> (<i>Nopalea dejecta</i>)	?	*
<i>O. aurantiaca</i>	+	
<i>O. exaltata</i>	?	
<i>O. imbricata</i>	?	
<i>O. leptocaulis</i>	?	
<i>O. rosae</i>	?	
<i>O. salmiana</i>	+-	
<i>O. vulgaris</i>	++	*
<i>O. quimilo</i>	-	
<i>O. sulphurea</i>	-	
<i>O. longispina</i> var. <i>corrugata</i>	-	

+ Susceptible ++ Muy susceptible +- Extremadamente susceptible

? Se desconoce la afectación que puede causar el insecto

- No susceptible * Presentes en Cuba

Las especies sombreadas representan aquellas que se consideran endémicas de Cuba.

Fuentes: Zimmermann y Pérez-Sandi (1999); Zimmermann y col. (1999); Zimmermann y Neser (1999), León y Alain (1953).

De las 32 especies de *Opuntia* referidas como vulnerables o no a *C. cactorum*, un total de 11 (34,3 %) se informan para Cuba. Un grado de susceptibilidad elevado se concentra en tres de las consideradas endémicas de nuestro país. Sin embargo, el riesgo mayor parece estar asociado a *O. militaris*, que se encuentra confinada a la zona periférica de la base naval de Guantánamo [Alain y León, 1953; P. Herrera, IES, Ciudad de La Habana, 2000] y *O. cubensis* que se refiere como un híbrido de la especie anterior con *O. dillenii*. Resulta cuestionable la

susceptibilidad de las especies ubicadas anteriormente en los géneros *Consolea* y *Nopalea* por cuanto no existen referencias que lo notifiquen.

6. Control biológico clásico de *Opuntia* spp. Perspectivas en Cuba

El empleo de *C. cactorum* como agente de control biológico de cactáceas del género *Opuntia* constituye una práctica bastante común en casi todas las zonas geográficas del mundo donde estas plantas constituyen malezas (Tabla 5).

Tabla 5. Zonas geográficas donde se ha desarrollado el control biológico clásico de *Opuntia* spp. mediante la utilización exitosa de *C. cactorum*

País*	Especie(s) por controlar*	Referencias*
Australia	<i>Opuntia inermis</i> <i>O. stricta</i> <i>O. aurantiaca</i> <i>O. monacantha</i> <i>O. streptacantha</i> <i>O. imbricata</i> <i>O. tormentosa</i>	Robbins y cols. (1967)
Australia	<i>O. inermis</i> <i>O. stricta</i>	Dodd (1940), citado por Harley y Forno (1992)
Sudáfrica	<i>O. stricta</i>	Hoffmann y col. (1999)
Sudáfrica	<i>O. aurantiaca</i> <i>O. dillenii</i> <i>O. exaltata</i> <i>O. ficus-indica</i> <i>O. linheimeri</i> <i>O. salmiana</i> <i>O. spinulifera</i> <i>O. stricta</i> <i>O. vulgaris</i>	Zimmermann y Naser (1999)
Kenya	<i>Opuntia</i> spp.	Greathead (1971)
Nueva Caledonia	<i>O. dillenii</i> (= <i>stricta</i>)	Moran y Zimmermann (1984)
Hawái	<i>Opuntia</i> spp.	Zimmermann y col. (trabajo no publicado)
Caribe (Islas Caimán, P. Rico, Antigua, St. Kitts y Nevis, Monserrat, Islas Vírgenes (Estados Unidos)	<i>O. dillenii</i> (= <i>stricta</i>) <i>O. lindheimeri</i> <i>O. repens</i> <i>O. triacantha</i>	Moran y Zimmermann (1984)

* Constituyen sólo algunos ejemplos

A pesar de la relevancia creciente de *O. dillenii* en esta región, en Cuba se han suscitado criterios regionales que atentan contra la puesta en práctica del control biológico de *O. dillenii* en la zona oriental del país. En este contexto, la importancia económica potencial de *C. cactorum* se concentra en la probabilidad de que el insecto se convierta en una amenaza para las especies de cactáceas referidas como endémicas, así como de otras que no constituyen objeto de control. No obstante, la presencia del insecto en esta región y en otras del territorio nacional resulta un hecho, y esto presupone un riesgo potencial inminente a un plazo mayor o menor.

7. Zonas geográficas de mayor probabilidad de establecimiento de *C. cactorum* en Cuba

Según Hernández y cols. (1984) existen ocho zonas geográficas en Cuba que presentan características edafoclimáticas afines en cuanto a su muy bajo nivel productivo desde el punto de vista agrícola. Al analizar los indicadores climáticos de dichas zonas, al menos seis de estas resultan favorables para la proliferación de especies de cactáceas en el territorio nacional (Fig. 2).



Fuente: Modificado de Hernández y col. (1984).

Figura 2. Principales zonas edafoclimáticas de mayor probabilidad de establecimiento de cactáceas en Cuba

Sobre este particular, varios autores cubanos señalan el establecimiento de especies de cactáceas del género *Opuntia* en regiones que coinciden con la caracterización anteriormente citada (Tabla 6). Haciendo una superposición geográfica de ambas referencias, se podrían considerar las áreas sombreadas en la Fig. 2

como las de mayor potencialidad de establecimiento de *C. cactorum* en Cuba. De hecho, hasta la fecha, las dos zonas geográficas para las cuales se ha registrado la presencia de *C. cactorum* en el país se enmarcan entre las que se indican en la figura, lo cual presupone un nivel de correspondencia acertado entre ambas.

Tabla 6. Ubicación geográfica relativa de diferentes especies de *Opuntia* en Cuba

Especie	Ubicación geográfica en Cuba
<i>Opuntia militaris</i>	Periferia de la base naval de Guantánamo
<i>O. vulgaris</i>	La Habana, Pinar del Río
<i>O. elata</i>	La Habana
<i>O. dillenii</i>	En toda Cuba e «Isla de Pinos»
<i>O. cubensis</i>	?
<i>O. stricta</i>	Pinar del Río
<i>O. ficus-indica</i>	Oriente
<i>O. (= Consolea) macracantha</i>	Costa sur de Oriente
<i>O. (= Consolea) millspaughii</i>	Cayos y costas, Camagüey y Oriente
<i>O. (= Nopalea) coccinellifera</i>	Pinar del Río, La Habana, «Las Villas» y Oriente
<i>O. (= Nopalea) auberi</i>	Cuba
<i>O. (= Nopalea) dejecta</i>	Cuba

Fuentes: Alain y León (1953); Rodríguez y Apezteguía (1985);
P. Torres [IES, Ciudad de La Habana, 2000]

8. Otras especies de Phycitinae que afectan a las cactáceas en Cuba

Según Alayo y Valdés (1982), también se informa para Cuba la presencia de otras dos polillas cactófagas; *Chrysobotys cambogialis* (Guenée) y *Ozamia lucidalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae). La pre-

sencia de esta última había sido notificada con anterioridad por Heinrich en 1956 [citado por Habeck y Bennett, 2000], tanto para Cuba como para Jamaica y la República Dominicana.

A partir de estos elementos se puede deducir que el riesgo de afectación de cactáceas en el territorio na-

cional no solamente está vinculado a la actividad de *C. cactorum*, aunque es muy probable que el daño asociado a la actividad de las otras dos especies cactófigas resulte menos significativo.

9. Consecuencias de utilización de *C. cactorum* como agente de control biológico de *O. dillenii* en la región oriental de Cuba

Como parte de este acápite se valoró la consecuencia de utilización de *C. cactorum* como elemento de lucha biológica, fundamentalmente en la zona oriental del país, que constituye la región de eventual ejecución del control de *O. dillenii*. Para ello se tomaron en cuenta las características de la flora susceptible al insecto, la existencia de asentamientos turísticos y de recreación con abundancia de cactáceas, así como las condiciones socioeconómicas de la región, que constituyen factores determinantes en la posible repercusión de este método de lucha de la maleza en la zona.

a) Impacto potencial de tipo económico

La información existente sobre la utilización de *C. cactorum* como elemento de control biológico de cactáceas del género *Opuntia* a nivel mundial confirma sus hábitos alimentarios exclusivamente limitados a este grupo de plantas (ver acápite 5). Sobre esta base, se puede establecer que el potencial de daño económico se centra fundamentalmente en las afectaciones que puede ocasionar el insecto sobre las especies de *Opuntia* endémicas de Cuba y en particular las existentes en la región oriental del país. En este sentido resulta importante valorar el nivel de diseminación natural que puede presentar *C. cactorum* en la actualidad (ver acápite 3), lo cual permite suponer que estas especies pueden estar, de hecho, sometidas a la acción fitófaga del insecto. Si a esto se añade la presencia de otras polillas cactófigas de hábitos similares informadas para Cuba, se puede fomentar una hipótesis mucho más sólida en este sentido. De cualquier manera, el efecto de *C. cactorum* sobre

O. militaris, considerada una de las especies sometidas a un riesgo mayor, aún no ha sido documentado en la literatura, aunque por su parte *O. cubensis*, que se refiere como un híbrido de *O. militaris* y *O. dillenii*, se cataloga de muy susceptible (Tabla 4).

En México, donde *C. cactorum* es considerada una plaga de importancia cuarentenaria, en la actualidad se consideran 96 especies de cactáceas amenazadas y 24 en peligro de extinción. Se plantea que de establecerse el insecto en ese país habría que añadir a este grupo las especies de *Opuntia*, que por sus características serían vulnerables al ataque, casi en su totalidad. De manera similar, en la Florida (Estados Unidos) se considera que las seis especies nativas son hospedantes de *C. cactorum*. No obstante, es válido salvar las distancias en relación con la diversidad de cactáceas de estos dos países, así como la utilidad que se les confiere, que resulta bastante diferente para nuestro país.

Por otra parte, si se consideran los costos en que sería necesario incurrir para mantener un nivel de control adecuado de la maleza, utilizando para ello los métodos convencionales (Tabla 7), se puede concluir que resulta difícil la ejecución de un programa de tales magnitudes, específicamente bajo la situación económica que enfrenta el país en la actualidad. Esta condición resalta la importancia de desarrollar el control de *O. dillenii* por vías que resulten factibles y a la vez permitan que dicho efecto se prolongue en el tiempo. Como resultado de la invasión de esta cactácea en las provincias de Santiago de Cuba y Guantánamo, Pérez (1977) informó que el número de cabezas de ganado que dejaron de alimentarse ascendía a 5 934, mientras que las pérdidas de rendimiento en toneladas métricas de carne por año ascendían aproximadamente a 650. Estas cifras ofrecen una idea clara de las consecuencias que sufre la ganadería como resultado de la diseminación de *O. dillenii*, así como del beneficio por obtener en caso de ejecutar su control biológico.

Tabla 7. Indicadores económicos para el control de *O. dillenii* en áreas de pastos de la región oriental

Indicador	Valor (miles)
Necesidad de herbicidas* (litros)	16,55
Gastos en herbicidas* (pesos)	67,44

* Cifras estimadas de acuerdo con el nivel de colonización de *O. dillenii* en 1977

Fuente: Pérez y cols. (1977)

b) Impacto potencial estético

La importancia desde el punto de vista estético constituye uno de los aspectos determinantes en la utilización de las cactáceas a nivel nacional. Su empleo en la ornamentación de muchos asentamientos turísticos, parques y jardines, es muy frecuente. En particular en

la zona oriental se reconocen varios parques por su riqueza en la flora de cactáceas. Tal es el caso del parque Baconao, ubicado en la provincia de Santiago de Cuba.

No caben dudas que el impacto de *C. cactorum* sobre la flora de estos lugares sería notable, y constituiría un

factor limitante en la biodiversidad florística con que cuentan. Sin embargo, la facilidad para determinar cuando el insecto se encuentra presente, la susceptibilidad de sus diferentes estadios inmaduros y la posibilidad de realizar acciones que atenúen las afectaciones a las plantas, sugiere la posible convivencia con este en niveles que no resulten nocivos (ver acápites 1 y 9).

c) Impacto potencial percibido (social)

El impacto social principal puede concebirse como las impresiones negativas que pueda causar el insecto en la población, turistas, e inclusive sobre empresas u organizaciones como resultado de la apreciación de las afectaciones que puedan producirse en jardines, hoteles, parques, etc. No obstante, esta categoría de impacto puede no tener una repercusión de importancia, a no ser que los daños fueran extremadamente significativos. De hecho, ya se ha mencionado la posibilidad de que esta situación se produzca sin que necesariamente se ejerzan acciones de control biológico en la zona. Esto hace que la presencia del insecto, de alguna manera, resulte común en la zona sometida a riesgos.

De manera general, y siguiendo la propuesta metodológica de Chang y Miller (1996), las consecuencias de la utilización de *C. cactorum* en el control biológico de *O. dillenii* pueden catalogarse de una repercusión media, específicamente basada en la amenaza de las especies de *Opuntia* que no son objeto de control, y en menor proporción por las afectaciones a hoteles, parques y jardines en el orden estético (Tabla 8). En este caso, a pesar de cumplir con las características de una situación en la que el riesgo resulta inaceptable, la presencia de *C. cactorum* en la zona geográfica en cuestión cambia las condiciones, y en cierta medida conduce a la necesidad de convivencia. A esto se añade la posibilidad de mitigación de los riesgos que estarían implícitos en la utilización del insecto, según se define en el acápite 9.

9. Elementos de manejo de los riesgos asociados a la utilización de *C. cactorum* como agente de control biológico de *O. dillenii*. Particularidades para Cuba

Entre las medidas disponibles para el manejo de los riesgos asociados a *C. cactorum*, Zimmermann y cols. (1999) sugieren la colecta de las puestas del insecto, así como de sus larvas antes que estas completen su ciclo de desarrollo en las plantas, basados fundamentalmente en que el número de generaciones de *C. cactorum* por

año se reduce a dos, y está enmarcado en etapas bien definidas, específicamente en Sudáfrica. Además, refieren la facilidad de reconocimiento, tanto de las puestas como de los daños, lo cual facilita el proceso de búsqueda y reconocimiento. De ser esta la situación para Cuba, lo cual se desconoce, esta medida podría constituir una variante factible de mitigación de riesgos. Por otra parte, Zimmermann y cols. (1999) recomiendan la utilización de insecticidas como medida de control del insecto, aunque hacen la salvedad de los costos en los que es necesario incurrir, así como la baja efectividad técnica que se logra por esta vía para controlar el insecto.

Otro aspecto que se refiere en la literatura es la posible presencia de enemigos naturales de *C. cactorum*, así como su eventual utilización como elementos de regulación natural del insecto. En este sentido, Zimmermann y cols. (1999) hacen alusión a cinco especies del género *Apanteles*, entre las cuales se destaca *A. alexanderi* y una especie de protozoario del género *Nosema*. Según De Zayas (1981), el número de especies de *Apanteles* informadas para Cuba asciende a ocho, y el rango de sus hospedantes abarca varias especies de lepidópteros. Resulta probable que alguna de estas especies de entomófagos ejerza algún nivel de regulación natural sobre *C. cactorum*, si se considera que entre sus hospedantes se registran miembros de la familia Pyralidae a la cual pertenece esta última.

Habeck y Bennett (2000) hacen alusión a la liberación inundativa de *Trichogramma* como posible método de contención del insecto, pero mencionan el efecto potencial de esta acción sobre otras especies de lepidópteros. Estos mismos autores relacionan otras cuatro especies de parasitoides, pero concluyen en la necesidad de estudiar con mayor profundidad su rango de hospedantes antes de emplearlas en un programa de control biológico clásico de *C. cactorum*.

En otro orden de cosas, la condición de que *C. cactorum* sea un lepidóptero conduce a la posibilidad de emplear otros métodos de control convencionales, como plaguicidas químicos [Zimmermann y Pérez-Sandi, 1999], trampas de luz o melaza, e inclusive la utilización de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* Berl. Estas medidas bien pudieran constituir elementos de manejo en aquellos lugares donde se desee impedir la colonización del insecto.

Tabla 8. Principales consecuencias derivadas de la utilización de *C. cactorum* en el control biológico de *O. dillenii* en la región oriental

Variables	Impacto económico	Impacto de tipo estético	Impacto social
Valor relativo*	A	M	B

* Considerando argumentos científicos y empíricos

A Alto

M Medio

B Bajo

Las alternativas de manejo de riesgos en la región oriental de Cuba, y particularmente en las provincias de Guantánamo y Santiago de Cuba donde se encuentra presente esta especie, serían más factibles mediante la lucha biológica. En general, existe un total de 26 CREE en la región, con líneas de producción de microorganismos potencialmente efectivos contra *C. cactorum*. No obstante, anualmente en Santiago de Cuba se registran producciones de *Trichogramma* spp. que alcanzan cifras superiores a los 300 millones de individuos, que aunque resultan limitadas, podrían constituir un elemento de control en caso ocurrir brotes de *C. cactorum* en áreas no deseadas.

CONCLUSIONES

- La utilización de *C. cactorum* como elemento de lucha biológica de *O. dillenii* no significa riesgo alguno para los cultivos de importancia económica del país.
- La distancia recorrida por *C. cactorum* en el territorio nacional se estima en alrededor de 300 km desde su sitio inicial de introducción, y su rango potencial de hospedantes en Cuba abarca un total de 11 especies, de las cuales cuatro son consideradas endémicas.
- Existen al menos ocho zonas geográficas en Cuba que por sus características edafoclimáticas, así como por la presencia de hospedantes, constituyen las de mayor probabilidad de establecimiento de *C. cactorum*.
- *O. militaris* se cataloga como la especie que mayor riesgo de extinción afronta ante la presencia de *C. cactorum* en Cuba.
- El mayor impacto de *C. cactorum* en la esfera económica debe esperarse en lo referente a las especies de *Opuntia* que son endémicas de Cuba, mientras que en el campo de la estética el impacto se cataloga de medio. El impacto social, como consecuencia del establecimiento del insecto en Cuba, se cataloga de bajo.
- Las consecuencias de utilización de *C. cactorum* como componente del control biológico de *O. dillenii* en la región oriental del país, se catalogan de una repercusión media, considerando principalmente la proporción del impacto económico y estético en la zona.
- Existen alternativas de tipo físico, químico, biológico y natural que pueden emplearse como elementos de mitigación de los riesgos de afectación a cactáceas en caso de utilizarse a *C. cactorum* para el control biológico de *O. dillenii* en la región oriental del país.

REFERENCIAS

- Alayo, P.; Edivigis Valdés: *Lista anotada de los microlepidópteros de Cuba*, Academia de Ciencias de Cuba, Ciudad de La Habana, 1982.
- Acuña, J.: *Plantas indeseables de los cultivos cubanos*, Instituto de Investigaciones Tropicales, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, 1974.
- Chang, L. W.; C. E. Miller: *Pathway Risk Assessment, Pink Mealybug from the Caribbean*, USDA-APHIS, 1996.

- González, P.; L. Lecha: *Atlas edafoclimático de Cuba*, Instituto de Meteorología-Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, 1987.
- Harley, K. L.; I. W. Forno: *Biological Control of Weeds, a Handbook for Practitioners and Students*, CSIRO Division of Entomology, Brisbane, Australia. Inkata Press, Melbourne-Sydney, 1992.
- Habeck, D. H.; F. D. Bennett: *Cactoblastis cactorum* Berg. (Lepidoptera: Pyralidae), a Phycitine New to Florida, Department of Agriculture & Consumer Services, Division of Plant Industries, Entomology Circular 333, 2000 (revised edition).
- Hernández, L. R.: *Colección de referencia del LCCV, CNSV*, La Habana, 1993.
- Hernández, M.; A. Mesa; N. Castellano; Ma. del C. Porta; A. J. Tremols: «División edafoclimática de Cuba», *Agrotecnia de Cuba* 16(1), 1984: 93-103.
- Hoffmann, J. H.; V. C. Moran; H. G. Zimmermann: «Integrated Management of *Opuntia stricta* (Haworth) Haworth (Cactaceae) in South Africa: an Enhanced Role for Two, Renowned, Insect Agents», *African Entomology Memoir* no. 1 (1999): 15-20.
- Johnson, D. M.; P. D. Stiling: «Distribution and Dispersal of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae), an Exotic *Opuntia*-feeding moth, in Florida», *Florida Entomologist* (81) 1 (1998): 12-23.
- Julien, M. H.; Griffiths: *Biological Control of Weeds. A world Catalogue of Agents and Their Target Weeds*, fourth edition, CABI Publishing, 1998.
- León, H.; H. Alain: «Flora de Cuba III. Contribuciones ocasionales del Museo de Historia Natural de La Salle no. 13, La Habana, 1953.
- Mc Fayden, R. E.: «Larval Characteristics of *Cactoblastis* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) and the Selection of Species for Biological Control of Prickly Pears (*Opuntia* spp.)», *Bulletin of Entomological Research* 75: 159-168, 1985.
- Pérez, E.: «Informe de visita a la provincia de Santiago de Cuba para conocer la situación de infestación con tuna brava (*Opuntia dillenii*)», Archivo INISAV, Cuba, 1977.
- Pérez E.; I. Figueroa; F. Bermúdez; M. E. Stay: «Distribución de la tuna brava (*Opuntia dillenii* Ker.-Gawl.) Haw. en áreas de pastos de las provincias de Santiago de Cuba y Guantánamo», 1983 (inédito).
- Pérez, E.; I. Figueroa: «Lucha química contra tuna brava *Opuntia dillenii* en áreas de pastos», *Cienc. Tec. Agric. Protección de Plantas*, v. 7, no. 4: 77-93, 1984.
- Robbins, W.; A. Crafts; N. Raynor: *Destrucción de malas hierbas*, Ed. Revolucionaria, La Habana, 1967.
- Rodríguez, L.; R. Apezteguia: *Cactus y otras suculentas en Cuba*, Ed. Científico-Técnica, La Habana, 1985.
- Roig, J. T.: «Estudios de las cactáceas cubanas», tesis para el grado de Doctor en Ciencias Naturales, 1912.
- : *Diccionario botánico de nombres vulgares*, Editora Nacional de Cuba, La Habana, 1965.
- Stay, M.; E. Pérez: «Nuevas mezclas de herbicidas hormonales para la lucha contra la tuna brava en áreas de pastos», *Memorias del X Congreso de la ALAM*, La Habana, 1990.
- Zayas de, F.: *Entomofauna cubana*, t. VIII, 1981.
- Zimmermann, H. G.; M. Pérez-Sandi: «A New Insect Pest on *Opuntia* lying in Wait for México (una nueva plaga de *Opuntia* al acecho por México)», Memoria del VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, San Luis de Potosí, México, 1999.
- Zimmermann, H. G.; S. Naser: «Trends and Prospects for Biological Control of Weeds in South Africa», *African Entomology Memoir* no. 1 (1999): 165-173.
- Zimmermann, H. G.; V. C. Moran; J. H. Hoffmann: «The Celebrated Cactus Moth, *Cactoblastis cactorum*, as a Major Threat to Conservation in Central and North America, and to the Practice of Weed Biological Control Worldwide», 1999 (en prensa).