



Cactus weevil (*Metamasius spinolae* Gyllenhal) florivore and frugivore of *Opuntia cantabrigiensis* Lynch (cactaceae)

Picudo del nopal (*Metamasius spinolae* Gyllenhal): florívoro y frugívoro de *Opuntiacanta brigiensis* Lynch (Cactaceae)

Diana Cárdenas-Ramos; María C. Mandujano*

Universidad Nacional Autónoma de México UNAM, Instituto de Ecología, Depto. Ecología de la Biodiversidad, Laboratorio de Genética y Ecología, Apartado Postal 70-275, Ciudad de México, C. P. 04510.

*Corresponding author: mcmandujano@ecologia.unam.mx

Abstract

M*etamasius spinolae* is a phytophagous insect that attacks the vegetative structures of some genera of the Cactaceae family. The objective of this study is to report the florivore and frugivore habits of *M. spinolae*. Between 2017 and 2018, monthly observations were carried out to record the incidence of attack, and to describe the damage of this beetle to the vegetative and reproductive structures of *Opuntia cantabrigiensis*. It was observed that *M. spinolae* has herbivorous habits because it feeds on the young cladodes and the areoles. It is a florivore that consumes partially the perianth and eliminates the whole gynoecium of the floral buds. This damage prevents the successful reproduction of individuals. It acts as a frugivore when feeding on the pulp of ripe fruits. It is important to follow the predatory behavior of *M. spinolae*, because its eating habit is no longer restricted to the vegetative structures of the hosts it attacks.

Keywords: Flower abortion, predation, borer insects, pest.

Resumen

M*etamasius spinolae* es un insecto fitófago que ataca las estructuras vegetativas de algunos géneros de la familia Cactaceae. El objetivo del trabajo es dar a conocer los hábitos florívoros y frugívoros de *M. spinolae*. Entre 2017 y 2018, observaciones mensuales se realizaron para registrar la incidencia de ataque de este coleóptero y describir el daño en las estructuras vegetativas y reproductivas de *Opuntia cantabrigiensis*. *Metamasius spinolae* tiene hábitos herbívoros al consumir cladodios jóvenes y areolas. Este insecto es un florívoro que consume parcialmente el perianto y elimina el gineceo de los botones. El daño impide la reproducción exitosa de los individuos. Este insecto actúa como frugívoro al alimentarse de la pulpa de los frutos maduros. Lo importante es apreciar la conducta depredadora de *M. spinolae* debido a que su hábito alimenticio no solo se restringe a las estructuras vegetativas de los hospederos que ataca.

Palabras clave: Aborto de flores, depredación, insectos barrenadores, plaga.



Introduction

The cactus weevil (“picudo del nopal” in Spanish), *Metamasius spinolae* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae), is a generalist herbivorous of stems (genera *Cereus*, *Cylindropuntia*, *Ferocactus*, *Hylocereus*, *Opuntia*, *Pereskia* and *Stenocereus*) and leaves (genus *Agave*) of succulent species from the families Cactaceae and Asparagaceae, respectively (Ramírez-Delgadillo et al., 2011; Romo & Morrone, 2012; Bravo-Aviles, Rendón-Aguilar, Zavala-Hurtado, & Fornoni, 2014; Ruiz-Moreno, 2018). This insect is considered as a pest specific to the genus *Opuntia* which feeds on the margin of young cladodes and oviposits its eggs on the basal cladodes. After the hatching, larvae eat cladodes and create tunnels that weaken the structure and cause the partial or total drop of the individuals due to the tissue death (Orduño-Cruz & Vanegas-Rico, 2018). The herbivorous activity of *M. spinolae* has been noted in species of commercial importance (genus *Opuntia* and *Agave*), mainly, due to the negative economic effect it creates. *Metamasius spinolae* can cause the loss of up to 60% of *Opuntia ficus-indica* L. (Mill.) tender pads production and increases the costs of production up to \$ 2,000·ha⁻¹ (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2011). The current information shows that *M. spinolae* is an herbivore that generally attacks the vegetative structures of succulent species (Cerón-González et al., 2012). However, some isolated reports suggest that it can attack reproductive structures, for example, in wild populations of genus *Hylocereus*, the adult beetles of *M. spinolae* eat the 1 % of the bracts and floral buds of 478 individuals (Ramírez-Delgadillo et al., 2011). Accordingly, this note intends to provide more information about the eating patterns of *M. spinolae*, particularly of flowers and fruits, because the florivory is an interaction that can be very extensive with negative effects similar to the foliar herbivory (McCall & Irwin, 2006).

Materials and methods

Species under study

Opuntia cantabrigiensis Lynch is a species that is distributed in Mexico in the states of Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Querétaro and San Luis Potosí (Guzmán, Arias, & Dávila, 2003). The specimens are bushy growth type plants (1-2 m), with blue-green oval cladodes, yellow hermaphroditic flowers and purple globe shaped. The flowering takes place from March to June, while the fruiting does it from April to September (Cárdenas-Ramos, 2019).

The species *Metamasius spinolae* (Gyllenhal) is distributed in Mexico and in the southern part of the United States (Romo & Morrone, 2012). Adult individuals are large insects (1.5-2.6 cm), with triangular spots on the

Introducción

El “picudo del nopal”, *Metamasius spinolae* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae), es un herbívoro generalista de tallos (géneros *Cereus*, *Cylindropuntia*, *Ferocactus*, *Hylocereus*, *Opuntia*, *Pereskia* y *Stenocereus*) y de hojas (género *Agave*) de especies suculentas de las familias Cactaceae y Asparagaceae, respectivamente (Ramírez-Delgadillo et al., 2011; Romo & Morrone, 2012; Bravo-Aviles, Rendón-Aguilar, Zavala-Hurtado, & Fornoni, 2014; Ruiz-Moreno, 2018). Este insecto es considerado una plaga específica del género *Opuntia* que se alimenta del margen de los cladodios jóvenes y oviposita sus huevos en los cladodios basales. Tras la eclosión, las larvas consumen los cladodios y forman galerías que debilitan la estructura y provocan la caída parcial o total de los individuos por la muerte de los tejidos (Orduño-Cruz & Vanegas-Rico, 2018). La actividad herbívora de *M. spinolae* se ha apreciado en especies de importancia comercial (género *Opuntia* y *Agave*), principalmente, debido al efecto económico negativo que genera. *Metamasius spinolae* puede causar la pérdida de hasta el 60 % de la producción del “nopal verdura”, *Opuntia ficus-indica* L. (Mill.), e incrementa los costos de producción hasta \$ 2,000·ha⁻¹ (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2011). La información actual indica que *M. spinolae* es un herbívoro que generalmente ataca las estructuras vegetativas de especies suculentas (Cerón-González et al., 2012); sin embargo, algunos informes aislados sugieren que puede atacar estructuras reproductivas. Por ejemplo, en poblaciones silvestres del género *Hylocereus*, los coleópteros adultos de *M. spinolae* consumieron 1 % de las brácteas y brotes florales de 478 individuos (Ramírez-Delgadillo et al., 2011). De acuerdo con lo anterior, esta nota pretende ampliar la información sobre los hábitos alimenticios de *M. spinolae*, en especial de las flores y los frutos, ya que la florivoría es una interacción que puede ser muy extensa con efectos negativos similares a la herbivoría foliar (McCall & Irwin, 2006).

Materiales y métodos

Especies de estudio

Opuntia cantabrigiensis Lynch es una especie que se distribuye en México, en los estados de Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Querétaro y San Luis Potosí (Guzmán, Arias, & Dávila, 2003). Los especímenes son plantas de crecimiento arbustivo (1-2 m), con cladodios ovalados verde-azulado, flores hermafroditas amarillas y frutos globosos de color púrpura. La floración ocurre de marzo a junio, mientras que la fructificación de abril a septiembre (Cárdenas-Ramos, 2019).

La especie *Metamasius spinolae* (Gyllenhal) se distribuye en México y en el sur de los Estados Unidos de América

prothorax and red-orange stripes on the elytra which contrast with their black body (Orduño-Cruz & Vanegas-Rico, 2018). They have chewing mouthparts at the end of the proboscis (Vargas Mendoza, Flores Hernández, & Basaldua Suárez, 2008).

Study site

The study was developed in the wild zone of the Cadereyta Regional Botanical Garden, “Ing. Manuel González de Cosío”, Querétaro, México, located at the coordinates 20° 41' 15.8" N and 99° 8' 17.7" O, or at 2 046 meters above sea level. The vegetation consists of xeric scrublands type, dominated by species of the genus *Opuntia* (*O. robusta* J. C. Wendl. ex Pfeiffer, *O. cantabrigiensis*, *O. streptacantha* Lemaire and *O. tomentosa* Salm-Dyck). The study site was visited the second week of each month, from January 2017 to November 2018. Two observers simultaneously took a walk for 15 minutes, each hour, between 9:00 and 20:00 h in order to detect the presence of *M. spinolae* in 41 adult individuals of *O. cantabrigiensis*. With the purpose of finding *M. spinolae*, its state of development was informed, larva or adult, and it was confirmed if it eats the vegetative structures (herbivory), and the flower buds or flowers in anthesis (florivory) and fruits (frugivory). On the other side, the intensity of the damage (florivory) was determined through an observational study in which two levels of damage were established: 1) Little impact florivory, this is, when *M. spinolae* only harms the accessory structures of the flower (perianth and pericarpel) and, 2) Great impact florivory, this is, when flowers show damage to the reproductive and accessory structures of the flower (pericarpel, perianth, stamens and gynoecium). Finally, the damage frequency of each florivory and frugivory level was registered. The comparison between herbivore, florivore and frugivore was carried out with the test χ^2 . In order to determine which one of these structures (cladodes, flowers or fruits) is the most eaten in *O. cantabrigiensis*, a Wilcoxon signed-rank test was carried out. The analysis was developed with the tests by using the *stats* package of the program R version 3.4.2 (R Core Team, 2017).

Results and discussion

Between 2017 and 2018, the death of eight adult plants of *O. cantabrigiensis* was registered. However, these specimens did not show tunnels in the basal stems; possibly, there are other associated phytophages that influence their survival. In *O. cantabrigiensis*, only adult individuals of *M. spinolae* were observed between 18:00 and 20:00 h. The beetle was found on two individuals of *O. cantabrigiensis* while feeding on the areoles ($n=2$ areoles) (Figure 1b) and it bored the margin of ten young cladodes of different individuals of *O. cantabrigiensis*; this stopped the growth of the cladode and caused the apparition of chlorotic spots due to the tissue

(Romo & Morrone, 2012). Los individuos adultos son insectos de gran tamaño (1.5-2.6 cm), con manchas triangulares en el protórax y franjas en los élitros de color rojo-naranja que contrastan con el color negro del cuerpo (Orduño-Cruz & Vanegas-Rico, 2018). Ellos poseen un aparato bucal masticador en el extremo de la probóscide (Vargas Mendoza, Flores Hernández, & Basaldua Suárez, 2008).

Sitio de estudio

El estudio se realizó en la zona silvestre del Jardín Botánico Regional de Cadereyta, “Ing. Manuel González de Cosío”, Querétaro, México, que se localiza en las coordenadas 20° 41' 15.8" N y 99° 8' 17.7" O, a 2 046 msnm. La vegetación es de tipo matorral xerófilo, dominado por especies del género *Opuntia* (*O. robusta* J. C. Wendl. ex Pfeiffer, *O. cantabrigiensis*, *O. streptacantha* Lemaire y *O. tomentosa* Salm-Dyck). El sitio de estudio se visitó en la segunda semana de cada mes, de enero de 2017 a noviembre de 2018. Dos observadores realizaron caminatas simultáneas durante 15 min, cada hora, entre las 9:00 y 20:00 h para detectar la presencia de *M. spinolae* en 41 individuos adultos de *O. cantabrigiensis*. Al localizar a *M. spinolae* se indicó su estado de desarrollo, larva o adulto, y se constató si consumían las estructuras vegetativas (herbivoría), los botones florales o flores en anthesis (florivoría) y los frutos (frugivoría). Por otro lado, la intensidad de daño (florivoría) se determinó a través de un estudio observacional en el que se establecieron dos niveles de daño: 1) florivoría de poco impacto, es decir, cuando *M. spinolae* causó daño solamente en las estructuras accesorias de la flor (perianto y pericarpelo) y, 2) florivoría de gran impacto, es decir, cuando las flores presentaron daño en las estructuras reproductivas y accesorias de la flor (pericarpelo, perianto, estambres y gineceo). Finalmente, la frecuencia de daño de cada nivel de florivoría se registró. La comparación entre actividades herbívora, florívora y frugívora se hizo con la prueba de χ^2 . Para determinar cuál de estas estructuras (cladodios, flores o frutos) es la más depredada en *O. cantabrigiensis* se realizó una prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Los análisis se realizaron con las pruebas usando el paquete *stats* del programa R versión 3.4.2 (R Core Team, 2017).

Resultados y discusión

Entre 2017 y 2018 se registró la muerte de ocho plantas adultas de *O. cantabrigiensis*; sin embargo, estos especímenes no presentaron galerías en los tallos basales; quizás existen otros fitófagos asociados que influyen en su supervivencia. En *O. cantabrigiensis* solo se observaron individuos adultos de *M. spinolae* entre las 18:00 y 20:00 h. El coleóptero se encontró sobre dos individuos de *O. cantabrigiensis* alimentándose de las areolas ($n=2$ areolas) (Figura 1b) y barrenó el margen



Figure 1. a) Damage caused by adult individuals of *Metamasius spinolae* on the cladodes and b) on the areoles of *Opuntia cantabrigiensis*.

Figura 1. a) Daño que causan los individuos adultos de *Metamasius spinolae* en los cladodios y b) en las areolas de *Opuntia cantabrigiensis*

rotting (Figure 1a). The herbivore in *O. cantabrigiensis* can impede the growth of individuals because of the constant drop of stems and branches and, therefore, it limits their reproductive capacity in two ways: 1) when reducing the number of cladodes where floral and fruit structures are produced by reproductive season; 2) or due to the damage on the areoles, which are structures with the potential to create a new cladode or a flower bud (Crawley, 1983; Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada, 1991; Marquis, 1992; McCall & Irwin, 2006). For example, in the case of the golden berry (*Ribes magellanicum*), the foliar damage caused by livestock, modifies the seasonality of the phenology and the number of flowers per plant, it influences the development of fruits and seeds in zones without any exclusion of livestock (De Paz & Raffaele, 2013).

When comparing herbivore, florivore and frugivore activities of *M. spinolae*, significant differences were found ($X^2=122.51$, $g.l.=2$, $P<0.0001$) and it suggests that the beetle functions mainly as a florivore of *O. cantabrigiensis* ($z=9.03$, $P<0.0001$); the role of the florivory has not been previously informed and in this case, it focused on floral buds. The predation of cladodes (herbivory) ($z=-4.35$, $P=0.0001$) and fruits (frugivory) ($z=-4.67$, $P=0.0001$) of *O. cantabrigiensis* per *M. spinolae* is less than would be expected by chance.

de diez cladodios jóvenes de individuos distintos de *O. cantabrigiensis*, lo cual impidió el crecimiento del cladodio y provocó la aparición de manchas cloróticas por la pudrición de los tejidos (Figura 1a). La herbivoría en *O. cantabrigiensis* podría impedir el crecimiento de los individuos por la caída constante de tallos y ramas y, por consiguiente, limitar su capacidad reproductiva de dos formas: 1) al reducir el número de cladodios donde se producen las estructuras florales y frutos por temporada reproductiva; 2) o por el daño en las areolas, que son estructuras con el potencial de formar un nuevo cladodio o un botón floral (Crawley, 1983; Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada, 1991; Marquis, 1992; McCall & Irwin, 2006). Por ejemplo, en la “uvilla” *Ribes magellanicum* el daño foliar que causa el ganado modifica la estacionalidad de la fenología y el número de flores por planta, los cuales influyen en la formación de frutos y semillas en sitios sin exclusión del ganado (De Paz & Raffaele, 2013).

Al comparar las actividades herbívoras, florívora y frugívora de *M. spinolae* se encontraron diferencias significativas ($X^2=122.51$, $g.l.=2$, $P<0.0001$) y sugiere que el coleóptero se desempeña principalmente como florívoro de *O. cantabrigiensis* ($z =9.03$, $P<0.0001$); el papel de florívoro no se había informado previamente y en el presente caso se concentró en botones florales. La depredación de los cladodios (herbivoría) ($z =-4.35$, $P=0.0001$) y de los frutos (frugivoría) ($z=-4.67$, $P=0.0001$)

In both years, 36 buds damaged by *M. spinolae* were registered in the 25% of the perianth (little impact florivory) and 60 buds with great impact florivory with a partial damage on the perianth, pericarpel and stamen, total elimination of gynoecium (stigma, style and ovary) ($n=3000$ floral buds observed in both years). The statistical analysis shows significant differences between both florivory levels ($\chi^2=6$, g.l.=1, $P=0.0143$) and suggests that in *O. cantabrigiensis* the great impact florivory is more frequent ($z=1.7320$, $P=0.0418$) than the one with little impact ($z=-1.7320$, $P=0.0418$). However, both types of florivory cause dehydration and then, abortion of buds because the tissues stay exposed after the initial damage (Figure 2a). Due to the abortion of structures, the florivory impacts on the reproductive success of *O. cantabrigiensis* because it minimizes the development of fruits (McCall & Irwin, 2006). Also, florivory influences the development of seeds, because the fruits developed from the not aborted damaged buds, generally, have less seeds than those developed from flowers without any damage. The above is due to the reduced pollen deposition in a damaged or absent stigma and because the change in the attraction proprieties of the flowers, which restricts the visit of pollinators in damaged flowers (McCall & Irwin, 2006; Cárdenas-Ramos, 2019) (Figure 2b). For example, the bumblebees of *Bombus terrestris*, invasive species in Japan, take the nectar from flowers

de *O. cantabrigiensis* por *M. spinolae* es menor de lo que se esperaría por azar.

En ambos años se registraron 36 botones con daño causado por *M. spinolae* en el 25 % del perianto (florivoría de poco impacto) y 60 botones con florivoría de gran impacto con daño parcial en perianto, pericarpelo y estambre, eliminación total de gineceo (estigma, estilo y ovario) ($n=3000$ botones florales observados en ambos años). El análisis estadístico indica diferencias significativas entre los dos niveles de florivoría ($\chi^2=6$, g.l.=1, $P=0.0143$) y sugiere que en *O. cantabrigiensis* la florivoría de gran impacto es más frecuente ($z=1.7320$, $P=0.0418$) que la de poco impacto ($z=-1.7320$, $P=0.0418$). Sin embargo, ambos tipos de florivoría provocan la deshidratación y, posteriormente, aborto de los botones porque los tejidos quedan expuestos después del daño inicial (Figura 2a). Debido al aborto de estas estructuras, la florivoría repercute en el éxito reproductivo de *O. cantabrigiensis* porque reduce la formación de frutos (McCall & Irwin, 2006). Además, la florivoría influye en la formación de semillas, ya que los frutos que logran desarrollarse a partir de botones dañados no abortados, generalmente, contienen menos semillas que aquellos que se desarrollan de flores sin daño. Lo anterior se debe a la deposición reducida de polen en un estigma dañado o ausente y por el cambio en las propiedades de atracción de las

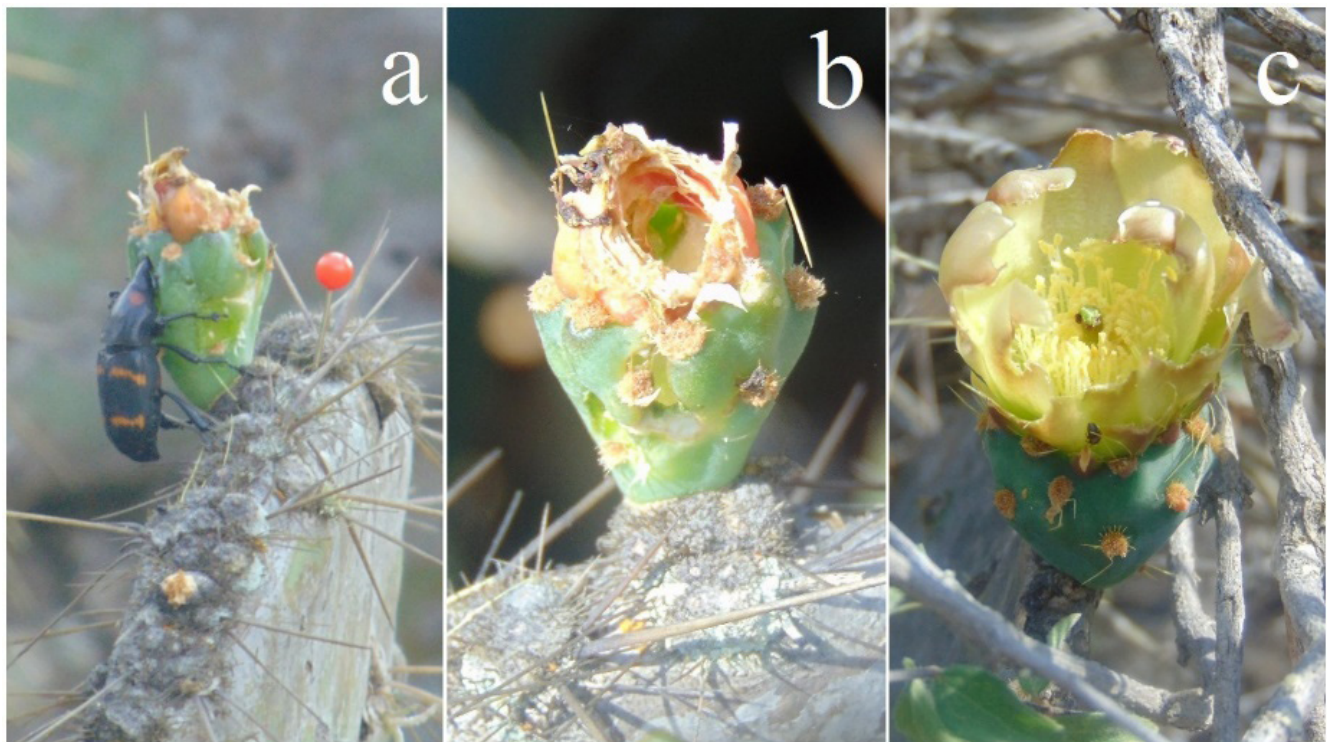


Figure 2. a) Adult individual of *Metamasius spinolae* that feeds on the pericarpel of ripe buds. b) Floral buds and c) flowers in anthesis to which the gynoecium was eliminated.

Figura 2. a) Individuo adulto de *Metamasius spinolae* que se alimenta del pericarpelo de los botones maduros. b) Botones florales y c) flores en anthesis a los que se eliminó el gineceo.

of *Corydalis ambigua*. Due to the florivory and the nectar reduction, effective pollinators *Bombus ardens* rarely visit damaged flowers and there is a fruit and seeds deficiency at the end of the reproductive period (Dohzono, Kawate Kunitake, Yokoyama, & Goka, 2008).

On the other hand, *M. spinolae* perforates the pericarp and it feeds on the pulp of ten ripe fruits of *O. cantabrigiensis* ($n=1500$ fruits observed in both years), without consuming the seeds (Figure 3). Because the seeds were not eaten and dispersed, the frugivory could decrease the potential of seeds to establish themselves in convenient places to germinate (Barrales-Alcalá, Carrillo-Ángeles, & Golubov, 2012).



Figure 3. Frugivory habits of *Metamasius spinolae*. Beetle walking away after having eaten a ripe fruit of *Opuntia cantabrigiensis*

Figura 3. Hábitos frugívoros de *Metamasius spinolae*. Escarabajo alejándose después de haber consumido un fruto maduro de *Opuntia cantabrigiensis*.

Finally, the attack frequency of reproductive and vegetative structures in the wild population of *O. cantabrigiensis* is not significant if it is compared with agricultural sites where the beetle can attack up to 60 % of the cultivated individuals (SAGARPA, 2011). This may be because in the place where the *O. cantabrigiensis* is established, probably there are natural enemies that regulate the population size of *M. spinolae* (López-Martínez, Pérez-De la O, Ramírez-Bustos, Alia-Tejascal, & Jiménez-García, D., 2016). Nevertheless, *M. spinolae* can become a threat for wild populations of genus *Opuntia*, because the beetle has a great phenotypic plasticity (López-Martínez et al., 2016), characteristic that allows it to establish itself and attack other succulent species and colonize new environments. In addition, the results of this study suggest that *M. spinolae* is able to expand its eating habits and attack other functional structures of the host plant.

flores que restringe la visita de los polinizadores en flores dañadas (McCall & Irwin, 2006; Cárdenas-Ramos, 2019) (Figura 2b). Por ejemplo, los abejorros de *Bombus terrestris*, especie invasora en Japón, roban el néctar de las flores de *Corydalis ambigua*. Debido a la florivoría y a la reducción de néctar, los polinizadores efectivos *Bombus ardens* visitan en pocas ocasiones las flores con daño y, al final del periodo reproductivo existe un déficit de frutos y semillas (Dohzono, Kawate Kunitake, Yokoyama, & Goka, 2008).

Por otro lado, *M. spinolae* perforó el pericarpio (pared del fruto) y se alimentó de la pulpa de diez frutos maduros de *O. cantabrigiensis* ($n=1500$ frutos observados en ambos años), sin consumir las semillas (Figura 3). Debido a que las semillas no fueron consumidas y dispersadas, la frugivoría podría reducir el potencial de las semillas para establecerse en sitios idóneos para la germinación (Barrales-Alcalá, Carrillo-Ángeles, & Golubov, 2012).

Finalmente, en la población silvestre de *O. cantabrigiensis* la frecuencia de ataque de las estructuras reproductivas y vegetativas es mínima si se compara con sitios agrícolas donde el coleóptero puede atacar hasta el 60 % de los individuos cultivados (SAGARPA, 2011). Esto puede deberse a que en el sitio donde se establece *O. cantabrigiensis* quizás existen enemigos naturales que regulan el tamaño poblacional de *M. spinolae* (López-Martínez, Pérez-De la O, Ramírez-Bustos, Alia-Tejascal, & Jiménez-García, D., 2016). No obstante, *M. spinolae* podría convertirse en una amenaza para las poblaciones silvestres del género *Opuntia*, ya que López-Martínez et al. (2016) consignaron que el coleóptero tiene una gran plasticidad fenotípica, característica que le permite establecerse y atacar a otras especies suculentas y colonizar nuevos ambientes. Además, los resultados de este trabajo sugieren que *M. spinolae* tiene la capacidad de expandir sus hábitos alimenticios y atacar a otras estructuras funcionales de la planta huésped.

Conclusiones

Metamasius spinolae interviene en 1) el crecimiento de los individuos de *O. cantabrigiensis* al depredar sus estructuras vegetativas; 2) en el reclutamiento y establecimiento de nuevos individuos al impedir la formación exitosa de frutos y de semillas debido a la depredación de los botones florales; y 3) la frugivoría podría limitar el número de semillas viables y su capacidad de dispersión.

Agradecimientos

Al CONACYT por la beca otorgada, al Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM. Al proyecto CONACYT 221362 “Estrategias reproductivas en cactáceas; facilitación o interferencia”. Al Jardín Botánico Regional de Cadereyta y al Departamento de Ecología

Conclusions

Metamasius spinolae has a part in 1) the growth of the individuals of *O. cantabrigiensis* when depredating their vegetative structures; 2) in the recruitment and establishment of new individuals when stopping the correct development of fruits and seeds due to the predation of floral buds; and 3) the frugivory could limit the number of viable seeds and their dispersal capacity.

Acknowledgements

To the CONACYT for the scholarship granted, to the Postgraduate degree in Biological Sciences, UNAM. To the Project CONACYT 221362 “Estrategias reproductivas en cactáceas; facilitación o interferencia”. To the Cadereyta Regional Botanical Garden and to the Biodiversity Ecology Department of the Institute of Ecology, UNAM. To the MSc José Antonio Aranda Pineda and to the biologist Gerardo Manzanares Villasana.

End of English version

References / Referencias

- Barrales-Alcalá, D., Carrillo-Ángeles, I. G., & Golubov, J. (2012). Nota sobre *Cotinis mutabilis* (Coleoptera: Scarabaeidae) alimentándose de frutos de *Opuntia robusta* (Cactaceae) en Cadereyta, Querétaro, México. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 57, 86-91. Retrieved from <https://biblat.unam.mx/hevila/Cactaceasysuculentasmexicanas/2012/vol57/no3/2.pdf>
- Bravo-Aviléz, D., Rendón-Aguilar, B., Zavala-Hurtado, J. A., & Fornoni, J. (2014). Primer registro de *Cactophagus spinolae* (Coleoptera: Curculionidae) sobre dos especies de *Stenocereus* (Cactaceae) en el centro de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 972-974. DOI: 10.7550/rmb.43764.
- Bravo-Hollis, H., & Sánchez-Mejorada, H. R. (1991). *Las Cactáceas de México*. Volumen 1. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. 26 pp.
- Cárdenas-Ramos, D. (2019). Florivoría en *Opuntia cantabrigiensis* Lynch (Cactaceae), en Cadereyta de Montes, Querétaro (Tesis de Maestría). Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Cerón-González, C., Rodríguez-Leyva, E., Lomeli-Flores, J. R., Hernández-Olmos, C. E., Peña Martínez, R., & Mora-Aguilera, G. (2012). Evaluación de insecticidas sintéticos sobre adultos de *Metamasius spinolae* (Coleoptera: Curculionidae) procedentes de Tlalnepantla, Morelos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3: 217-229. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342012000200001
- de la Biodiversidad, del Instituto de Ecología, UNAM. Al M. en C. José Antonio Aranda Pineda y al Biólogo Gerardo Manzanares Villasana.
- Crawley, M. J. (1983). *Herbivory: The Dynamics of Animal-Plant Interactions*. Berkeley: University of California Press. pp. 430-438.
- De Paz, M., & Raffaele, E. (2013). Cattle change plant reproductive phenology, promoting community changes in a post-fire *Nothofagus* forest in northern Patagonia, Argentina. *Journal of Plant Ecology*, 6 (6): 459-467. DOI:10.1093/jpe/rtt004
- Dohzono, I., Kawate Kunitake, Y., Yokoyama, J., & Goka, K. (2008). Alien bumblebee affects native plant reproduction through interactions with native bumblebees. *Ecology*, 99 (11): 3082-3092. DOI: 10.1890/07-1491.1
- Guzmán, U., Arias, S., & Dávila, P. (2003). *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. UNAM-CONABIO: Ciudad de México. 175 pp.
- López-Martínez, V., Pérez-De la O, N. B., Ramírez-Bustos, I., Alia-Tejacal, I., & Jiménez-García, D. (2016). Current and potential distribution of the cactus weevil, *Cactophagus spinolae* (Coleoptera: Curculionidae), in Mexico. *The Coleopterist Bulletin*, 70 (2): 327-334. DOI: 10.1649/0010-065X-70.2.327
- Marquis, R. J. (1992). The selective impact of herbivores. In: Fritz, R. S & Simms, E. L. (eds). *Plant Resistance to Herbivores and Pathogens: Ecology, Evolution, and Genetics*. Chicago: The University of Chicago Press. pp. 310-325.
- McCall, A. C., & Irwin, R. E. (2006). Florivory: the intersection of pollination and herbivory. *Ecology Letters*, 9, 1351-1365. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2006.00975.x
- Orduño-Cruz, J. F., & Vanegas-Rico, J. M. (2018). Arthropoda Mexicana: *Cactophagus spinolae* (Gyllenhal) “Picudo del nopal”. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología*, 4: 13-17. Retrieved from [http://www.socmexent.org/boletin/revista/2018Abril/Bol_ns4\(1\)13-17.pdf](http://www.socmexent.org/boletin/revista/2018Abril/Bol_ns4(1)13-17.pdf)
- R Core Team. 2017. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrieved from <https://www.Rproject.org/>
- Ramírez-Delgado, J. J., Rodríguez-Leyva, E., Livera-Muñoz, M., Pedroza-Sandoval A., Bautista-Martínez, N., & Nava-Díaz, C. (2011). Primer informe de *Cactophagus spinolae* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae) sobre tres especies de *Hylocereus* (Cactaceae) en Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 27, 863-866. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S006517372011000300019&lng=es&nrm=iso
- Romo, A., & Morrone, J. J. (2012). Especies mexicanas de Curculionidae (Insecta: Coleoptera) asociadas con agaves (Asparagaceae: Agavoideae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 1025-1035. DOI: 10.7550/rmb.30633

- Ruiz-Moreno, J. J. (2018). Primer registro de *Cactophagus spinolae* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae) sobre dos especies de Cactaceae en Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, (nueva serie), 1-4. DOI: /10.21829/azm.2018.3412157
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2011). *Programa de Trabajo de la Campaña Manejo Fitosanitario del Nopal, a operar con recursos del componente de Sanidades del Programa de Prevención y Manejo de Riesgos 2011, en el Distrito Federal*. Retrieved from <http://publico.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp?IdDocumento=30782&IdUrl=84050&objeto=Documento&IdObjetoBase=30782&down=true>
- Vargas Mendoza, A., Flores Hernández, A., & Basaldua Suárez, J. F. (2008). Dinámica de las principales plagas de nopal *Opuntia* spp. en la zona semiárida de Querétaro. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 7, 21-27. Retrieved from <https://docplayer.es/58573651-Dinamica-poblacional-de-las-principales-plagas-de-nopal-opuntia-spp-en-la-zona-semiarida-de-queretaro.html>.