



Agrociencia

ISSN: 1405-3195

agrocien@colpos.mx

Colegio de Postgraduados

México

Cibrián Tovar, Juan; Carrillo Sánchez, José L.; Márquez Santos, Magdalena  
Evidencia de feromonas producidas por hembras del picudo del nopal, *Metamasius spinolae*  
(Gyllenhal) (Coleoptera: curculionidae)  
Agrociencia, vol. 40, núm. 6, noviembre-diciembre, 2006, pp. 765-772  
Colegio de Postgraduados  
Texcoco, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30240608>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# EVIDENCIA DE FEROMONAS PRODUCIDAS POR HEMBRAS DEL PICUDO DEL NOPAL, *Metamasius spinolae* (GYLLENHAL) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

## EVIDENCE OF PHEROMONE PRODUCTION BY CACTUS WEEVIL, *Metamasius spinolae* (GYLLENHAL) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) FEMALES

Juan Cibrián-Tovar, José L. Carrillo-Sánchez, Magdalena Márquez-Santos

Entomología y Acarología. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México. (jcibrian@colpos.mx) (josecarr@colpos.mx) (mayamarquez@yahoo.com).

### RESUMEN

El picudo del nopal, *Metamasius spinolae* (Gyllenhal) es una de las plagas principales del nopal. En 2003 se desarrollaron experimentos en Milpa Alta, D. F. y Tlalnepantla, Morelos; con el objetivo de conocer si las hembras de esta especie secretan feromonas. Se utilizaron trampas de caída en bote (Pit-fall) que se colocaron del 23 de junio al 7 de noviembre en Milpa Alta, y del 11 de julio al 12 de septiembre en Tlalnepantla. Se establecieron siete tratamientos (diferentes combinaciones de hembras y machos y nopal) con cinco repeticiones, en un diseño completamente al azar. La captura significativamente más elevada ( $p \leq 0.05$ ) ocurrió en las trampas cebadas con dos hembras, dos machos y nopal (2♀ 2♂N). La mayor cantidad capturada de adultos ( $p \leq 0.05$ ) ocurrió en agosto y septiembre. Se concluye que la hembra emite volátiles; la interacción de los volátiles secretados por la hembra, el macho y el hospedante juntos fue más atractiva para los insectos que los volátiles de cada uno de ellos.

**Palabras clave:** *Opuntia ficus indica*, feromona de agregación, nopal, trampeo.

### INTRODUCCIÓN

En la familia Cactácea el género *Opuntia* es uno de los más importantes, y en él se encuentran los nopales. La planta se usa ampliamente por los pobladores de las zonas áridas y semiáridas de México; los brotes tiernos o cladodios inmaduros se utilizan para el consumo humano en el centro y norte del país, y en algunos casos se exportan a EE.UU., Canadá y Japón (Gallegos y Méndez, 2000).

El nopal es una planta huésped de diversos organismos perjudiciales (García, 1965; Méndez, 1994) El picudo del nopal *Metamasius* (= *Cactophagus*) (Tafoya *et al.*, 2003) *spinolae*, una plaga que se alimenta comúnmente de brotes tiernos del nopal, está ampliamente distribuida desde Centroamérica hasta el suroeste

### ABSTRACT

The cactus weevil, *Metamasius spinolae* (Gyllenhal), is one of the major pests of *Opuntia*. In 2003, experiments were conducted in Milpa Alta, Distrito Federal, and Tlalnepantla, Morelos, to determine whether the females of this species secrete pheromones. Pit-fall traps were used from June 23 to November 7 in Milpa Alta and from July 11 to September 12 in Tlalnepantla. Seven treatments (different combinations of females, males and cactus) with five replications were set up in a completely randomized design. Capture was significantly higher ( $p \leq 0.05$ ) in traps baited with two females, two males and cactus (2♀ 2♂N). The largest number of adults ( $p \leq 0.05$ ) was captured in August and September. It is concluded that the female emits volatiles; the interaction of the volatiles secreted by the female, male and host together was more attractive for the insects than individual volatiles of each.

**Key words:** *Opuntia ficus indica*, aggregation pheromone, prickly pear, insect traps.

### INTRODUCTION

Of the Cactaceae family, the genus *Opuntia* is one of the most important, and in this genus is found the prickly pear, or nopal, which is used extensively by the inhabitants of the arid and semiarid regions of México. Young shoots or immature cladodes are used for human consumption in the central and northern parts of the country, and some are exported to the USA, Canada and Japan (Gallegos and Méndez, 2000).

Prickly pear is host to diverse harmful organisms (García, 1965; Méndez, 1994). The cactus weevil *Metamasius* (= *Cactophagus*) (Tafoya *et al.*, 2003) *spinolae*, a pest that commonly feeds on young cactus shoots is widely distributed from Central America to the Southwest of the US, attacking a large number of *Opuntia* and *Nopalea* species. In our country it is found from Chihuahua and Tamaulipas to Michoacán and Veracruz, with the greatest abundance in the center and high plateau (Méndez, 1994).

de EE.UU. atacando un gran número de especies de *Opuntia* y *Nopalea*. En nuestro país se encuentra desde Chihuahua y Tamaulipas hasta Michoacán y Veracruz, con mayor abundancia en el centro del país y el Altiplano (Méndez, 1994).

El picudo del nopal es uno de los principales factores limitantes de la producción comercial de este cultivo. El adulto causa un daño directo sobre el producto comercial al alimentarse de los bordes de las pencas tiernas, las larvas se alimentan de los tejidos haciendo galerías por la parte interna de los ejes principales, y en ciertas áreas hay acumulación de secreciones de consistencia gomosa (García, 1965; Tafoya *et al.*, 2003). El picudo del nopal provoca que disminuya la producción y, en casos extremos, la muerte de la planta (Borrego y Burgos, 1986).

Actualmente el manejo de este insecto se hace con plaguicidas como malatión, paratión, entre otros, con las consecuencias negativas de contaminación y resistencia del insecto. El empleo de feromonas y otras sustancias modificadoras del comportamiento en *Metamasius spinolae*, es un campo que Tafoya *et al.* (2003) iniciaron con el aislamiento, identificación, síntesis y evaluación de una feromona de agregación producida por el macho. Sin embargo, quedó por discernir si la hembra de esta especie participaba en la comunicación química de la especie antes de poder validar una feromona como método de control; por lo que en este trabajo se condujeron dos experimentos de campo con el objetivo principal de conocer si las hembras de esta especie secretan feromonas que puedan usarse para ese propósito.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Áreas de estudio

Se colocaron 35 trampas en cada una de dos localidades productoras de nopal verdura elegidas para la captura de los picudos. La primera localidad fue en la delegación Milpa Alta, D. F., a 19° 11' N, 99° 01' O, con una altitud de 2420 m. En Milpa Alta el clima es templado lluvioso, con verano fresco y heladas en invierno, del tipo Cb(w1)(w)(i)g (García, 1987). Esta región se caracteriza por ocupar el primer lugar nacional en la producción de nopal verdura. La segunda localidad fue en el municipio de Tlalnepantla, estado de Morelos, a 19° 00' N, 99° 00' O, con una altitud de 2060 m. El clima de la región es semicálido, subhúmedo, con ausencia de heladas, del tipo (A)Cb(w1)(w)(i)gw" (García (1987). Tlalnepantla se caracteriza por tener una alta producción de nopal verdura. Los experimentos se realizaron de junio a noviembre de 2003. La superficie de la parcela muestreada en Milpa Alta fue 2500 m<sup>2</sup>, y la de Tlalnepantla 5000 m<sup>2</sup>; las parcelas circunvecinas eran del mismo cultivo. El cultivo en ambas localidades es de temporal, y el manejo en cuanto a deshierbes manuales, podas de mantenimiento y cosechas

The cactus weevil is one of the main limiting factors of commercial production of nopal. The adult causes damage directly to the commercial product by feeding on the edges of the young pads; the larvae feed on tissues making galleries in the internal part of the principal axes, and in certain areas there is an accumulation of gummy secretions (García, 1965; Tafoya *et al.*, 2003). The cactus weevil reduces production and, in extreme cases, causes death of the plant (Borrego and Burgos, 1986).

At present, this insect is controlled with pesticides such as malathion and parathion, contributing to environmental pollution and resistance of the insect. The use of pheromones and other substances that modify *Metamasius spinolae* behavior is an area that Tafoya *et al.* (2003) initiated with the isolation, identification, synthesis and evaluation of an aggregation pheromone produced by the male. However, it remains to be determined whether the female of this species participates in chemical communication of the species before validating a pheromone as a method of control. Therefore, two field experiments were conducted to discern whether the females of this species secrete pheromones that can be validated for use in controlling the weevil.

## MATERIALS AND METHODS

### Study sites

Thirty-five weevil traps were placed in each of two locations where prickly pear pads are produced to be consumed as a vegetable. The first site was in Milpa Alta, Distrito Federal, at 19° 11' N, 99° 01' W, at an altitude of 2420 m. In Milpa Alta the climate is temperate rainy with cool summer and frost in winter, type Cb(w1)(w)(i)g (García, 1987). This region is the country's largest producer of cactus vegetable, or nopalitos. The second location was in the municipality of Tlalnepantla, state of Morelos, at 19° 00' N, 00° 00' W, at an altitude of 2060 m. The climate of the region is warm, subhumid, without frosts, type (A)Cb(w1)(w)(i)gw" (García, 1987). Tlalnepantla has a large production of cactus vegetable. The experiments were conducted from June to November 2003. The area of the sampled plot in Milpa Alta was 2500 m<sup>2</sup>, and in Tlalnepantla it was 5000 m<sup>2</sup>; the neighboring fields had the same crop. Cultivation in both sites is rainfed, and management in terms of manual weeding, maintenance pruning, and harvest of the pads was done by the growers. In no case were insecticides that could affect weevil populations applied.

### Insect capture

Pit-fall (Tafoya *et al.*, 2003) traps were placed in both experimental plots. The traps consisted of 2 L transparent plastic recipients (25 cm high, 11 cm in diameter, 2.5 mm thick) with a screw-on metal cap; 4 cm from the top horizontal, rectangular slits

de nopalitos estuvo a cargo de los productores. En ningún caso se realizaron aplicaciones de insecticidas que pudieran afectar las poblaciones de picudos.

### Captura de insectos

En ambos lotes experimentales se colocaron trampas tipo Pit-fall (Tafuya *et al.*, 2003) consistentes en recipientes de plástico transparente de 2 L de capacidad (25 cm altura, 11 cm diámetro, 2.5 mm grosor) con tapa metálica de rosca. Alrededor de la circunferencia de cada trampa, a 4 cm del extremo superior, se hicieron ranuras rectangulares de 1.5 cm ancho y 10 cm longitud, para permitir el paso de los picudos atraídos. A 3 cm de la parte inferior alrededor de la trampa, se hicieron perforaciones de 7 mm de diámetro en todo el contorno para permitir el drenado de la trampa en caso de lluvia. Las trampas se colocaron hundidas en la tierra entre plantas de nopal, a una profundidad aproximada de 22 cm con las ranuras a ras del suelo, de tal manera que los picudos atraídos cayeran al fondo. Se aplicó una capa delgada de vaselina en la parte interior alrededor de la trampa, para evitar que los picudos capturados pudieran trepar y escaparse. De la tapa de la trampa se colgó una jaulita cilíndrica de malla de alambre donde se colocaron los picudos vivos con o sin trocitos de nopal tierno, utilizados como cebos. La separación mínima entre trampas fue 10 m.

En Milpa Alta las trampas se colocaron en el lote experimental del 23 de junio al 7 de noviembre, y en Tlalnepantla del 11 de julio al 12 de septiembre. En Milpa Alta se revisaron las trampas una vez por semana entre el 30 de junio y el 4 de septiembre; entre el 24 de septiembre y el 7 de noviembre la revisión fue una vez por mes, y en total se realizaron 12 muestreos. Durante la primera semana todas las trampas permanecieron vacías, sin picudos ni trozos de nopal. Posteriormente, en cada fecha de muestreo se retiraron, sexaron y registraron los individuos capturados. Para separar los sexos, las hembras se reconocen a simple vista observando la superficie ventral del abdomen que es semiplana o convexa en toda su longitud, mientras que en los machos esta superficie tiene una depresión o concavidad en los segmentos apicales. Cada dos fechas se cambiaban los insectos cautivos en las jaulitas, y en cada fecha se cambiaban los trocitos de nopal en los tratamientos que los contenían. En Tlalnepantla se revisaron las trampas una vez por semana durante el tiempo que permanecieron en el lote experimental. Igual que en Milpa Alta, durante la primera semana todas las trampas permanecieron vacías; el cambio de insectos cautivos y de los trocitos de nopal se realizó en forma semejante a dicha localidad. En Tlalnepantla se realizaron ocho muestreos en total.

Ocasionalmente se recolectaban picudos adultos en las parcelas de nopal, fuera del área de cada experimento. Estos y los adultos capturados en cada fecha de muestreo se llevaron al laboratorio de Ecología Química del Colegio de Postgraduados en Montecillo, México, a fin de contar con una fuente de abasto de adultos para realizar los cambios requeridos en los experimentos. Se ignora la edad de los picudos empleados en los cambios.

1.5 cm wide and 10 cm long were made to allow entrance of attracted weevils. Perforations 7 mm in diameter were made around the perimeter of the trap 3 cm from the bottom to allow drainage in case of rain. The traps were buried in the ground among the cactus plants at a depth of approximately 22 cm with the slits at ground level so that the attracted weevils would fall to the bottom. A thin layer of petroleum jelly was applied on the inner walls of the trap to prevent captured weevils from climbing up and escaping. As bait, a small cylindrical wire mesh cage for live weevils, with or without pieces of tender cactus pad, was hung from the trap cap. Minimum separation between traps was 10 m.

In Milpa Alta the traps were placed in the experimental plot on June 23 and remained until November 7; in Tlalnepantla the period covered July 11 to September 12. In Milpa Alta the traps were checked weekly between June 30 and September 4. From September 24 to November 7, traps were checked once a month; a total of 12 samplings were done. During the first week all of the traps remained empty without weevils or pieces of cactus. Later, on every sampling date, the captured individuals were withdrawn, sexed and registered. To separate the sexes, the females are recognized visually, observing the abdomen, which is flat or convex in its entire length, while the abdomen of males has a depression or concavity in apical segments. Every other date, the insects kept in the cages were changed, and on each date, in the treatments with cactus, the pieces were changed. In Tlalnepantla traps were checked weekly during the time they remained in the experimental plot. As in Milpa Alta, during the first week all of the traps were empty; the change of caged insects and pieces of cactus was performed in a similar way in both sites. In Tlalnepantla a total of eight samplings were done.

Ocasionalmente, adult weevils were collected in prickly pear plots outside the area of each experiment. These and the adults captured on each sampling date were taken to the Chemical Ecology Laboratory of the Colegio de Postgraduados in Montecillo, México, to assure a supply of adults for the changes required by the experiments. The age of the weevils used in the changes is unknown.

### Experimental design and statistical analysis

Seven treatments comprising different combinations of live female (♀) or male (♂) weevils deposited in the cages inside the traps with (C) or without (W) cactus, including a treatment of cactus alone. The treatments were

1. 2♀2♂W
2. 2♀2♂C
3. 4♂W
4. 4♀W
5. 4♀C
6. 4♂C
7. C

In both sites, a completely randomized design was used with seven treatments and five replications. Each replication consisted of one trap, so that 35 traps were placed in each site. An analysis of variance (SAS Institute, 1990) was performed with data on weevils captured after the first week (during which all of the traps were

**Diseño experimental y análisis estadístico**

Se establecieron siete tratamientos consistentes en diferentes combinaciones de picudos vivos hembras (♀) o machos (♂) depositados en las jaulitas de las trampas con (N) o sin (S) nopal, incluyendo un tratamiento de nopal solo. Los tratamientos fueron:

1. 2♀ 2♂ S
2. 2♀ 2♂ N
3. 4♂ S
4. 4♀ S
5. 4♀ N
6. 4♂ N
7. N

En ambas localidades se utilizó un diseño completamente al azar con siete tratamientos y cinco repeticiones. Cada repetición estaba representada por una trampa, con lo cual, en cada localidad se colocaron 35 trampas. Los datos de capturas de picudos posteriores a la primera semana (en la cual todas las trampas permanecieron vacías) se sometieron a análisis de varianza (SAS Institute, 1990) para cada sitio por separado. Las medias se compararon con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Milpa Alta**

En los muestreos posteriores a la primera semana se obtuvieron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos para hembras y machos, así como entre fechas de captura. La variable de respuesta fue el número de picudos capturados, y para las hembras el mejor cebo utilizado en las trampas fue el del tratamiento 2, compuesto por dos hembras, dos machos y nopal (2♀ 2♂N); el menos adecuado fue el cebo que tenía solo nopal (N) (Cuadro 1). En los machos, la atracción fue mayor en los tratamientos 5 y 6, cuyos cebos estaban constituidos por cuatro hembras con nopal (4♀N) y cuatro machos con nopal (4♂N). Las trampas con menor captura fueron las del tratamiento 7 (N) (Cuadro 1).

La fecha de mayor captura de picudos en Milpa Alta, para hembras y machos, fue la quinta (8 de agosto); para hembras la fecha de menor captura fue la undécima (10 de octubre). No se obtuvo diferencias significativas entre el resto de los muestreos. Para machos, la primera (3 de julio) y la undécima (10 de octubre) fueron las de menor captura y no se obtuvo diferencias significativas entre las restantes (Cuadro 2).

Tomando en cuenta el número total de picudos capturados a lo largo del periodo de estudio, la proporción de sexos en Milpa Alta fue 1♀:1♂.

empty) separately for each site. Means were compared with the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ).

**RESULTS AND DISCUSSION**

**Milpa Alta**

Data obtained from samples taken after the first week showed significant ( $p \leq 0.05$ ) differences among treatments for females and males, and among capture dates. The response variable was the number of weevils captured, and for the females the best bait used in the traps was treatment 2, comprising two females, two males and cactus (2♀ 2♂C); the least effective was bait with cactus alone (C) (Table 1). Males were attracted more by treatments 5 and 6, with baits comprising four females with cactus (4♀C) and four males with cactus (4♂C). The traps that captured the fewest were treatment 7 (C) (Table 1).

The date on which more weevils in Milpa Alta, both females and males, were captured was the fifth (August 8); for females, the date on which the fewest were captured was the eleventh (October 10). No significant differences were obtained among the other sampling dates. For males, the first (July 3) and the eleventh (October 10) were those of least capture, and there were no significant differences among the rest (Table 2).

Considering the total number of weevils captured during the period of study, the sex ratio was 1♀:1♂ in Milpa Alta.

**Tlalnepantla, Morelos**

After the first week (empty traps), there were no significant differences ( $p > 0.05$ ) among treatments for

**Cuadro 1. Comparación de medias de picudos capturados por tratamiento en Milpa Alta, D. F., 2003.**

**Table 1. Means comparison of captured weevils by treatment in Milpa Alta, Distrito Federal, 2003.**

Tratamiento	Hembras		Machos		Signifi- cancia†
	Media	Signifi- cancia†	Trata- miento	Media	
2. (2♀2♂N)	1.92	A	5. (4♀N)	1.33	A
5. (4♀N)	0.83	B	6. (4♂N)	1.33	A
6. (4♂N)	0.83	B	2. (2♀2♂N)	0.92	AB
4. (4♀S)	0.42	BC	3. (4♂S)	0.58	AB
3. (4♂S)	0.33	BC	1. (2♀2♂S)	0.25	B
1. (2♀2♂S)	0.33	BC	4. (4♀S)	0.17	B
7. (N)	0.0	C	7. (N)	0.08	B

† Tratamientos con diferente letra son significativamente diferentes (Tukey,  $p \leq 0.05$ ) ♦ Treatments with different letter are statistically different (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

**Cuadro 2. Comparación de medias de picudos capturados por trampa, en cada fecha de muestreo en Milpa Alta, D. F., 2003.**

**Table 2. Means comparison of captured weevils by trap, on each sampling date in Milpa Alta, Distrito Federal. 2003.**

Hembras			Machos		
Fecha	Media	Signifi- cancia <sup>†</sup>	Fecha	Media	Signifi- cancia <sup>†</sup>
5. (08/ago)	1.71	A	5. (08/ago)	1.28	A
2. (11/jul)	1.0	AB	6. (15/ago)	1.14	AB
7. (22/ago)	1.0	AB	4. (31/jul)	1.14	AB
4. (31/jul)	0.86	AB	2. (11/jul)	0.86	ABC
6. (15/ago)	0.87	AB	9. (04/sep)	0.71	ABC
3. (17/jul)	0.57	AB	10. (24/sep)	0.71	ABC
8. (26/ago)	0.57	AB	3. (17/jul)	0.57	ABC
9. (04/sep)	0.43	AB	8. (26/ago)	0.57	ABC
1. (03/jul)	0.28	AB	7. (22/ago)	0.43	ABC
10. (24/sep)	0.28	AB	2. (07/nov)	0.29	BC
12. (07/nov)	0.28	AB	1. (03/jul)	0.14	C
11. (10/oct)	0.14	B	11. (10/oct)	0.14	C

<sup>†</sup>Medias con diferente letra son significativamente diferentes (Tukey,  $p \leq 0.05$ ) ♦ Treatments with different letter are statistically different (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

### Tlalnepantla, Morelos

Después de la primera semana (trampas vacías) no hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos para hembras, pero sí para machos. Entre fechas de captura se observaron diferencias significativas para hembras y machos. La variable de respuesta fue el número de picudos capturados, y para los machos la mayor atracción ocurrió en el tratamiento 2, compuesto por dos hembras, dos machos y nopal ( $2♀2♂N$ ); las trampas con menor captura fueron las del tratamiento 7 (N) (Cuadro 3).

Las fechas de mayor captura de insectos, hembras y machos, fueron la quinta (22 de agosto) y la octava (12 septiembre); la de menor captura en ambos sexos fue la cuarta (15 de agosto), y no se obtuvo diferencias significativas entre las fechas restantes (Cuadro 4).

Tomando en cuenta el número total de picudos capturados a lo largo del periodo de estudio, la proporción de sexos en Tlalnepantla fue  $0.7♀: 1♂$ .

En las dos localidades las capturas mayores de picudos se tuvieron durante agosto y septiembre. Las capturas de picudos en Tlalnepantla fueron mayores que en Milpa Alta.

Los resultados obtenidos en los experimentos de campo, conducidos en dos localidades, indican que las hembras son capaces de atraer a machos y hembras (Cuadros 1 y 3). También se confirma la participación de substancias producidas por los machos en

females, but there were significant differences for males. Regarding capture dates, significant differences were observed for both males and females. The response variable was number of captured weevils, and treatment 2, comprising two females, two males and cactus ( $2♀2♂C$ ), attracted more males. The traps that captured the fewest were treatment 7 (C) (Table 3).

The dates on which more insects were captured, both male and female, were the fifth (August 22) and the eighth (September 12); on the fourth date (August 15) the fewest insects of either sex were captured. No significant differences were obtained on the remaining dates (Table 4).

Taking into account the total number of weevils captured during the period of study, the sex ratio was  $0.7♀: 1♂$  in Tlalnepantla.

**Cuadro 3. Comparación de medias de picudos capturados por tratamiento en Tlalnepantla, Mor., 2003.**

**Table 3. Means comparison of captured weevils by treatment in Tlalnepantla, Morelos. 2003.**

Hembras			Machos		
Tratamiento	Media	Signifi- cancia <sup>†</sup>	Trata- miento	Media	Signifi- cancia <sup>†</sup>
6. ( $4♂N$ )	6.62	A	2. ( $2♀2♂N$ )	11.62	A
1. ( $2♀2♂S$ )	6.12	A	6. ( $4♂N$ )	10.0	AB
5. ( $4♀N$ )	5.87	A	5. ( $4♀N$ )	9.75	AB
3. ( $4♂S$ )	5.75	A	3. ( $4♂S$ )	8.87	AB
2. ( $2♀2♂N$ )	5.0	A	1. ( $2♀2♂S$ )	6.75	B
4. ( $4♀S$ )	4.25	A	4. ( $4♀S$ )	6.12	B
7. (N)	3.5	A	7. (N)	1.0	C

<sup>†</sup>Tratamientos con diferente letra son significativamente diferentes (Tukey,  $p \leq 0.05$ ) ♦ Treatments with different letter are statistically different (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

**Cuadro 4. Comparación de medias de picudos capturados por trampa en cada fecha de muestreo en Tlalnepantla, Morelos, 2003.**

**Table 4. Means comparison of captured weevils by trap on each sampling date in Tlalnepantla, Morelos. 2003.**

Hembras			Machos		
Fecha	Media	Signifi- cancia <sup>†</sup>	Fecha	Media	Signifi- cancia <sup>†</sup>
5. (22/ago)	8.14	A	5. (22/ago)	10.0	A
8. (12/sep)	7.71	A	8. (12/sep)	9.43	A
2. (01/ago)	6.71	AB	1. (25/jul)	8.29	AB
6. (29/ago)	5.71	AB	6. (29/ago)	8.0	AB
3. (09/ago)	5.0	ABC	3. (09/ago)	7.86	AB
1. (25/jul)	5.0	ABC	2. (01/ago)	7.71	AB
7. (06/sep)	3.14	BC	7. (06/sep)	6.86	AB
4. (15/ago)	1.0	C	4. (15/ago)	3.71	B

<sup>†</sup>Medias con diferente letra son significativamente diferentes (Tukey,  $p \leq 0.05$ ) ♦ Treatments with different letter are statistically different (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

la comunicación química de esta especie (Tafoya *et al.*, 2003). En curculiónidos es usualmente el macho el que libera la feromona (Bartelt, 1999); sin embargo, en el picudo del algodón *Anthonomus grandis*, ambos sexos liberan feromonas, aunque la liberada por la hembra es de corto alcance (Hedin *et al.*, 1979). En el picudo del camote, *Cylas formicarius* (Fabricius) son las hembras las que liberan la feromona de agregación (Jansson *et al.*, 1991). En este estudio los compuestos volátiles secretados por los adultos de *M. spinolae* funcionaron como una feromona de agregación debido a que los dos sexos fueron atraídos.

Estos resultados son similares a los reportados para otros insectos miembros de la familia Curculionidae: por ejemplo, el picudo del banano *Cosmopolites sordidus* (Germar), el picudo de la caña de azúcar *Metamasius hemipterus sericeus* (Olivier) y el picudo de la palma de coco, *Rhynchophorus palmarum* (L.), donde los machos son los responsables de la producción de feromonas de agregación (Budenberg *et al.*, 1993; Weissling *et al.*, 1993; Pérez *et al.*, 1997; Bartelt, 1999).

En nuestros experimentos se apreció la existencia consistente de algún compuesto de atracción producido por las hembras que requiere ser aislado e identificado. Al respecto, Tafoya *et al.*, (2003) encontraron que la feromona de agregación producida por el macho es un mecanismo para la comunicación química entre los picudos en el nopal.

Sin embargo, la respuesta de hembras a todos los tratamientos con nopal presupone una función de orientación para tales compuestos, como se reporta para *R. palmarum* (Jaffé *et al.*, 1993). Del mismo modo se observó una ligera interacción entre el sexo emisor y los volátiles del hospedero, lo que hace suponer que la actividad alimenticia del insecto promueve una respuesta adicional a la atracción de las hembras y los machos. La atracción entre los volátiles del hospedero y el insecto se ha reportado principalmente para curculiónidos (Weissling *et al.*, 1993; Rochat *et al.*, 1991).

En relación con los estudios realizados por Tafoya *et al.* (2003), en estos experimentos no se observó ningún tipo de atracción significativa hacia el nopal tierno empleado en las trampas. Una posible explicación es la de Morán (1980) que refiere que la mayoría de los insectos fitófagos asociados a *Opuntia* se han especializado en alimentarse de las partes maduras de las plantas en lugar de las más tiernas. También se menciona que la liberación de feromonas de agregación por curculiónidos ocurre cuando se alimentan (Bartelt, 1999).

*M. spinolae* presenta una generación por año en condiciones de campo; sin embargo, por observación

In both sites the largest capture of weevils occurred during August and September. More weevils were captured in Tlalnepantla than in Milpa Alta.

The results obtained in the field experiments conducted in the two sites indicate that females are capable of attracting males and females (Tables 1 and 3). It is also confirmed that substances produced by the males participate in chemical communication of this species (Tafoya *et al.*, 2003). In Curculionidae, it is usually the male that releases pheromones (Bartelt, 1999); however, in the cotton boll weevil *Anthonomus grandis*, both sexes do so, although the pheromone released by the female is of short-range (Hedin *et al.*, 1979). In the species *Cylas formicarius* (Fabricius), it is the female that releases aggregation pheromone (Jansson *et al.*, 1991). In our study, the volatile compounds secreted by *M. spinolae* adults functioned as an aggregation pheromone because both sexes were attracted.

These results are similar to those reported for other members of the Curculionidae family, for example, the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar), the sugar cane weevil *Metamasius hemipterus sericeus* (Olivier), and the coconut palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (L.), where the males are responsible for the production of aggregation pheromones (Budenberg *et al.*, 1993; Weissling *et al.*, 1993; Pérez *et al.*, 1997; Bartelt, 1999).

In our experiments, the consistent presence of some attracting compound produced by the females was observed, and it is necessary to isolate and identify them. In this regard, Tafoya *et al.*, (2003) found that the aggregation pheromone produced by the male is a mechanism of chemical communication among the weevils in the cactus plant.

However, the response of the females to all of the treatments with cactus presumes that these compounds have a function in orientation, as reported for *R. palmarum* (Jaffé *et al.*, 1993). Likewise, a slight interaction between the emitting sex and the volatiles of the host was observed, suggesting that the insect's feeding activity promotes an added response from both females and males. Attraction by host and insect volatiles has been reported mainly for Curculionidae (Weissling *et al.*, 1993; Rochat *et al.*, 1991).

In relation with the studies conducted by Tafoya *et al.* (2003), in our experiments there was no significant attraction by the tender cactus pad used in the traps. A possible explanation is given by Morán (1980), who states that most phytophagous insects associated with *Opuntia* have specialized to feed on mature parts of the plants instead of the tender ones. It has also been mentioned that release of aggregation pheromones by Curculionidae occurs when they feed (Bartelt, 1999).

de los autores, aun cuando en el campo cesa la actividad de los adultos, en laboratorio sigue reproduciéndose llegando a tener dos generaciones por año. Asimismo, los adultos pueden permanecer vivos por más de 15 meses, si se proporcionan las condiciones ambientales y alimenticias adecuadas. Las condiciones del clima de Tlalnepantla descritas por García (1987), en contraste con las condiciones del clima de Milpa Alta descritas por la misma autora, probablemente influyen en que las poblaciones de picudos sean más altas en la primera localidad.

En cuanto al manejo del cultivo, no se considera que éste afecte las poblaciones de picudos; las podas de mantenimiento o cortes de nopalitos para comercializar nunca son exhaustivas, es decir, siempre quedan nopalitos tiernos no aptos para el comercio, de los cuales se alimentan los picudos adultos.

El aislamiento, identificación y síntesis de los compuestos emitidos por la hembra permitirá obtener la feromona de agregación de esta especie y su uso en el manejo de la misma, favoreciendo la inocuidad del alimento.

### CONCLUSIONES

La captura más elevada de picudos se registró en trampas cebadas con dos hembras, dos machos y nopal (2♀2♂N); por lo cual la emisión de los volátiles secretados por la hembra, el macho y el hospedero juntos es más atractiva para los picudos activos en el campo que la secreción del volátil de un solo emisor. En segundo lugar atrajeron aquellas trampas cebadas con hembras o machos y nopal, lo que ratifica que los insectos de ambos sexos secretan sustancias atrayentes en combinación con su alimentación.

En todos los casos, el nopal como fuente única de volátiles no tuvo una respuesta significativa, ya que la cantidad de insectos capturados en las trampas cebadas con éste fue mínima, en comparación con las trampas cebadas con picudos adultos y nopal.

Las poblaciones capturadas fueron más altas en Tlalnepantla, Morelos.

### LITERATURA CITADA

- Bartelt, J. R. 1999. Weevils. In: Pheromones of Non-lepidopteran Insects Associated with Agricultural Plants. Hardie, J., and A. K. Minks (eds). CABI Publishing, Wallingford, UK. pp: 91-112.
- Budenberg, W. J., I. O. Ndiege, and F. W. Karago. 1993. Evidence for volatile male-produced pheromone in banana weevil *Cosmopolites sordidus*. J. Chem. Ecol. 19: 1905-1916.
- Borrego E., F., y N. Burgos V. 1986. El Nopal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 202 p.
- Gallegos V., C., y S. de J. Méndez G. 2000. La Tuna, Criterios y Técnicas para su Producción Comercial. Coedición Universidad

*M. spinolae* reproduces once a year in the field; however, we have observed that even when adult activity ceases in the field, in the laboratory reproduction continues, and two generations may be produced in one year. Also, the adults can live more than 15 months if they have favorable environmental conditions and adequate food. Climatic differences (García, 1987) between the two sites probably account for higher weevil populations in Tlalnepantla than in Milpa Alta.

It is not thought that crop management affects weevil populations; maintenance pruning and harvesting are never exhaustive-tender pads not apt for marketing are always left, and on these adult weevils feed.

Isolation, identification and synthesis of the compounds emitted by the female would lead to obtaining an aggregation pheromone for this species to use in their management, and contribute to food safety.

### CONCLUSIONS

The highest weevil capture was recorded in traps baited with two females, two males, and cactus (2♀2♂C), so that it is concluded that the volatiles secreted by the female, male and host emitted together are more attractive for active weevils in the field than the secretion of a volatile from a single emitter. The second most attractive were those traps baited with females or males and cactus, ratifying the idea that the insects of both sexes secrete pheromones, and attraction is favored by their feeding.

In all cases, cactus as the only source of volatiles did not have a significant response, since the number of insects captured in these traps was insignificant compared with those baited with adult weevils and cactus.

The captured populations were higher in Tlalnepantla, Morelos.

—End of the English version—



- Autónoma Chapingo-Colegio de Postgraduados-Fundación Produce Zacatecas, A. C. 164 p.
- García de M., E. 1987. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 220 p.
- García M., T. 1965. Principales plagas del nopal en el Valle de México. Fitófilo 18(47): 15-28.
- Hedin, P. A., G. H. McKibben, E. B. Mitchell, and W. L. Johnson. 1979. Identification and field evaluation of the compounds comprising the sex pheromone of the female boll weevil. J. Chem. Ecol. 5: 617-627.
- Jaffé K., P., H. Cerda S., J. V. Hernández, R. Jaffé, N. Urdaneta, G. Guerra, R. Martínez, and B. Miras. 1993. Chemical ecology



- of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae): attraction to host plants and to male-produced aggregation pheromone. *J. Chem. Ecol.* 19: 1703-1720.
- Jansson, R. K., L. J. Mason, and R. R. Heath. 1991. Use of sex pheromone for monitoring and managing *Cylas formicarius*. *In: Sweet Potato Pest Management: A Global Perspective*. Jansson, R. K., and K.V. Raman, (eds.). Westview Press, Boulder, Colorado, USA. pp: 97-138.
- Méndez G., S. de J. 1994. Principales plagas del nopal. *In: G. Esparza F. y S. de J. Méndez G. (eds). Memorias de la Reunión sobre Aportaciones Técnicas y Experiencias de la Producción de Tuna en Zacatecas*. Morelos, Zacatecas. pp: 49-57.
- Moran C., V. 1980. Interactions between phytophagous insects and their *Opuntia* host. *Ecol. Entomol.* 5: 153-164.
- Perez, A. L., Y. Campos, C. M. Chinchilla, A. C. Oehlschlager, G. Gries, R. M. Gibling-Davis, G. Castrillo, J. E. Peña, R. E. Duncan, L. M. Gonzalez, H. D. Pierce Jr., R. McDonald, and R. Andrade. 1997. Aggregation pheromone and host kairomones of West Indian sugarcane weevil, *Metamasius hemipterus sericeus*. *J. Chem. Ecol.* 23: 869-888.
- Rochat, D., V. A. Gonzalez, D. Mariau, G. A. Villanueva, and P. Zagatti. 1991. Evidence for male-produced aggregation pheromone in American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *J. Chem. Ecol.* 17: 1221-1230.
- SAS Institute Inc. 1990. SAS/STAT User's Guide, version 6. Vol 1, fourth edition, fourth printing 1994. Cary, N. C. 889 p., index 1-53.
- Tafoya, F., J. Lopez-Collado, D. Stanley, J. C. Rojas, and J. Cibrian-Tovar. 2003. Evidence of an aggregation pheromone in males of *Metamasius spinolae* (Coleoptera: Curculionidae). *Environ. Entomol.* 32(3): 484-487.
- Weissling, T. J., R. M. Giblin-Davis, and R. H. Scheffrahn. 1993. Laboratory and field evidence for male-produced aggregation pheromone in *Rhynchophorus cruentatus* (F.) (Coleoptera: Curculionidae). *J. Chem. Ecol.* 19: 1195-1203.