

HOSPEDEROS DEL GUSANO ROJO DE MAGUEY *Comadia redtenbacheri* HAMM.
(LEPIDOPTERA: COSSIDAE) EN OAXACA Y ZACATECAS: EL PAPEL DE LA
DISPONIBILIDAD DE *Agave salmiana*

Host plants of the red Agave caterpillar *Comadia redtenbacheri* Hamm. (Lepidoptera: Cossidae) in Oaxaca and Zacatecas: The role of the availability of *Agave salmiana*

Vania Chagoya-Lizama y Zenón Cano-Santana. Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F. 04510. gusanita_roja@hotmail.com zcs@ciencias.unam.mx.

Palabras Clave: *Comadia redtenbacheri*, Oaxaca, plantas hospederas, Zacatecas

Introducción

El gusano rojo de maguey (*Comadia redtenbacheri* Hamm.) es uno de los insectos comestibles de mayor importancia económica en la República Mexicana pues, además de poseer un alto valor nutrimental, juega un papel muy importante en la cadena productiva maguey-mezcal al ser utilizado como signo característico del mezcal oaxaqueño.

El gusano rojo de maguey ha sido descrito por los autores que lo estudian como una especie fitófaga especialista del género *Agave*, siendo su hospedero principal el *Agave salmiana* Otto. En Oaxaca el *A. salmiana* o maguey pulquero se encontraba silvestre de forma abundante a principios del siglo pasado (Ramírez, 1931); sin embargo, ante el constante crecimiento de la industria del mezcal, se empezaron a cultivar grandes extensiones de agave mezcalero (*A. angustifolia* Haw), convirtiéndose *A. salmiana* en una especie cada vez más escasa. La superficie actual de *A. angustifolia* cultivado en el estado es de 15,503 ha (Chagoya, 2004), siendo el distrito de Tlacolula el que presenta la mayor cantidad de hectáreas dedicadas al cultivo de este agave.

Aunque el gusano rojo de maguey ha sido registrado como plaga del agave mezcalero y tequilero (MacGregor y Gutiérrez, 1983, Sánchez, 1989), la infestación por gusanos en estos agaves es muy reducida debido al uso de insecticidas. Adicionalmente, se ha sugerido que la sobreexplotación del insecto, el cambio de uso de suelo, la deforestación, la erosión y el cambio en los niveles de precipitación media anual, han profundizado la disminución de sus poblaciones en toda la República en los últimos 15 años (Nolasco *et al.*, 2002). Lo anterior obliga muy probablemente a las poblaciones del gusano rojo de maguey a atacar los pocos agaves silvestres y a la búsqueda de nuevos hospederos que no pertenecen al género *Agave*.

El objetivo de este trabajo consistió en identificar los nuevos hospederos del gusano rojo de maguey, conocer la frecuencia de infestación de este insecto en dos sitios que presentan distinta disponibilidad de su hospedero principal *Agave salmiana* (Monjas, Oaxaca y San Martín, Zacatecas); registrar la infestación de *C. redtenbacheri* en agave tequilero (*A. tequilana*) y agave mezcalero (*A. angustifolia*) del municipio de Tlacolula de Matamoros, Oaxaca; y conocer la relación filogenética y fisicoquímica de los nuevos hospederos.

El área de estudio comprende dos municipios del estado de Oaxaca y un ejido del estado de Zacatecas. Monjas se localiza en el Distrito de Miahuatlán, en la porción centro-sur del estado de Oaxaca (16° 22' norte, 96° 38' oeste, 1,530 m s.n.m.); su clima es semiseco semicálido, con temperatura media anual de 20 °C y una precipitación media anual de 700 mm con picos entre junio y agosto; la vegetación predominante es el pastizal y una ausencia de *A. salmiana*, con suelo regosol eútrico (INEGI, 1997). Tlacolula de Matamoros pertenece al Distrito de Tlacolula y se localiza en la Región de los Valles Centrales del estado de Oaxaca (16° 57' norte, 96° 28' oeste, 1,600 m s.n.m.); su clima es templado, con verano cálido y lluvias en verano y otoño; la vegetación predominante es una asociación de pastizal con plantas semidesérticas y un chaparral bajo con suelo cambisol cálcico (INEGI, 1997).

Por otro lado, el ejido San Martín forma parte del municipio de Pinos, en la parte este del estado de Zacatecas (22° 45' norte, 101° 49' oeste, 2,090 m s.n.m.); su clima es semiseco templado, con una temperatura media anual de 16.2 °C, una precipitación media anual de 429.6 mm y una incidencia de heladas entre noviembre y febrero, la vegetación predominante es el matorral xerófilo donde *A. salmiana* es un elemento dominante, y el tipo de suelo es acrisol (INEGI, 1997).

Materiales y Método

En el municipio de Monjas no hay disponibilidad de *A. salmiana*, sin embargo, se ha encontrado a *C. redtenbacheri* atacando a nuevos hospederos que no pertenecen al género *Agave*. Para identificar a estos nuevos hospederos se realizó un muestreo por área en el cual se trazaron al azar 12 parcelas de 20 × 30 m, cubriendo un total de 0.7 ha. Las plantas mayores a 30 cm de altura fueron revisadas y las especies no agaváceas que estuvieron infestadas con el gusano rojo de maguey se registraron como nuevos hospederos. A todas las plantas de cada especie se le tomaron medidas de altura, diámetro mayor y diámetro basal, para calcular la cobertura y área basal de las mismas. Se realizó además un muestreo dirigido en el cual se buscaron al menos 40 individuos de cada una de las especies conocidas localmente como hospederos del gusano rojo de maguey; se revisaron todos los individuos para comprobar la infestación y de este modo considerarlos como nuevos hospederos. Se calculó la frecuencia de infestación de cada especie como el porcentaje de plantas infestadas.

En el ejido San Martín, donde *A. salmiana* es abundante, se realizó el mismo método por área arriba descrito. Se registró el número de plantas atacadas por el gusano rojo de maguey de un total de 81 individuos de *A. salmiana* de tres años de edad y se calculó la frecuencia de infestación.

Para conocer la infestación del gusano rojo de maguey en cultivos de agave tequilero y mezcalero, se presenció el corte de 2,000 individuos de *A. tequilana* y 1,000 individuos de *A. angustifolia*, todos de ocho años de edad cultivados en el municipio de Tlacolula de Matamoros, Oax. Se revisó la "piña" (tallo principal) y los "mezontetes" (raíces adventicias) de cada uno de los agaves para constatar la infestación. Adicionalmente, se presenció el arranque de 23,000 individuos de *A. tequilana* y 20,000 individuos de *A. angustifolia* de 1.5 años de edad destinados para venta. La revisión de los agaves consistió en la observación de la tierra de donde fueron arrancados en campo y la revisión visual de los mezontetes.

Para conocer la relación filogenética y fisicoquímica de los nuevos hospederos se realizó una revisión bibliográfica.

Resultados

No se registró la presencia de gusanos rojos de maguey en los agaves cultivados en Tlacolula de Matamoros, tanto en los 2,000 ejemplares adultos como en los 23,000 ejemplares jóvenes de *A. tequilana*. El mismo resultado se obtuvo de la revisión de los 1,000 ejemplares adultos y 20,000 jóvenes de *A. angustifolia* en el mismo sitio.

Los resultados obtenidos por el método de área y muestreo dirigido en Monjas demuestran la existencia de al menos ocho nuevos hospederos no agaváceos y una especie de agave registrada por primera vez como hospedera del gusano rojo de maguey: *Wigandia urens* Ruiz & Pavón (Hydrophyllaceae), *Croton ciliatoglandulifer* Ort. (Euphorbiaceae), *Solanum chrysotrichum* Schltdl. (Solanaceae), *Cordia curassavica* Jacq. (Boraginaceae), *Brickellia veronicifolia* Kunth (Asteraceae), *Lippia graveolens* Kunth (Verbenaceae), *Mentzelia* aff. *hispida* Willd. (Loasaceae), *Agave karwinskii* Zuoc. (Agavaceae) y una especie por identificar conocida localmente como "chamizo negro". Adicionalmente, los lugareños reconocen cuatro especies de plantas hospederas conocidas con los nombres comunes de "palito blanco" (Asteraceae), "lengua de vaca" (*Rumex crispus* L., Polygonaceae), "chamizo blanco" (Chenopodiaceae) y "cantarilla" (Malvaceae), en las cuales no se pudo constatar la presencia de gusano rojo.

Se registraron un total de 41 especies de plantas en el muestreo por área en Monjas, Oax., siendo las más abundantes: *B. veronicifolia* con 15.8% y *L. graveolens* con 13.6% (N= 2882). La frecuencia de infestación osciló de 0.2% en *B. veronicifolia* a 58.5% en *W. urens* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Frecuencia de infestación por especie hospedera del gusano rojo de maguey en Monjas, Oax.

Especie hospedera	Tamaño de muestra	Frecuencia de infestación (%)
<i>Wigandia urens</i>	53	58.5
<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	130	9.23
<i>Mentzelia</i> aff. <i>hispida</i>	47	4.25
"chamizo negro"	41	2.40
<i>Solanum chrysotrichum</i>	55	1.82
<i>Cordia curassavica</i>	50	2.00
<i>Agave karwinskii</i>	264	0.38
<i>Lippia graveolens</i>	392	0.25
<i>Brickellia veronicifolia</i>	454	0.22

Las plantas de *W. urens* y *C. ciliatoglandulifer* infestadas por gusanos fueron significativamente más grandes en las medidas de altura, cobertura y área basal respecto a las plantas no infestadas, aunque no se encontraron diferencias significativas en el tamaño entre las plantas infestadas y no infestadas por gusanos rojos en *Mentzelia* aff. *hispida* (Cuadro 2).

En el muestreo por área realizado en el ejido San Martín se registraron un total de 21 especies de plantas en 0.7 ha. El número total de plantas muestreadas fue 1645 y la especie más abundante fue *A. salmiana* con el 35.74%, la cual fue la única que presentó infestación por gusanos rojos (6.6% de los individuos). En esta localidad las plantas infestadas fueron significativamente más pequeñas en altura que las no infestadas. Por otro lado, en el muestreo dirigido de 81 agaves de tres años de edad, el 38.3% se encontró infestado con gusano rojo y no se encontraron diferencias significativas en altura y cobertura de los agaves infestados y no infestados (Cuadro 3)

Cuadro 2. Medidas (promedio \pm e.e.) de las plantas infestadas y no infestadas de los hospederos alternativos del gusano rojo de maguey en Monjas, Oaxaca. Datos entre paréntesis denotan tamaño de muestra

Especie y familia	Infestadas	No Infestadas	r	P
Altura (cm)				
<i>W. urens</i> ^{1,2}	209.2 \pm 13.0 (31)	99.0 \pm 11.2 (22)	4.73	<0.0001
<i>C. ciliatoglandulifer</i> ^{1,2}	87.2 \pm 6.6 (12)	77.8 \pm 2.5 (118)	2.13	0.033
<i>S. chrysotrichum</i> ^{1,2}	126.0 (1)	92.1 \pm 5.4 (54)		
<i>M. aff. hispida</i> ¹	70.0 \pm 10.0 (2)	102.5 \pm 7.2 (45)	1.13	0.256
<i>C. curassavica</i> ¹	184.0 (1)	129.4 \pm 8.9 (49)		
Chamizo negro ¹	100.0 (1)	69.5 \pm 3.7 (40)		
<i>A. karwinski</i> ²	45.0 (1)	70.4 \pm 2.2 (263)		
<i>Lippia graveolens</i> ³	150.0 (1)	58.2 \pm 1.2 (391)		
<i>B. veronicifolia</i> ²	88.0 (1)	74.6 \pm 1.4 (453)		
Cobertura (dm ²)				
<i>W. urens</i> ^{1,2}	293 \pm 51 (31)	86 \pm 15 (22)	3.54	0.0004
<i>C. ciliatoglandulifer</i> ^{1,2}	43 \pm 7 (12)	33 \pm 3 (118)	1.98	0.05
<i>S. chrysotrichum</i> ^{1,2}	124 (1)	85 \pm 14 (54)		
<i>M. aff. hispida</i> ¹	303 \pm 263 (2)	86 \pm 19 (45)	0.98	0.329
<i>C. curassavica</i> ¹	265 (1)	157 \pm 39 (49)		
Chamizo negro ¹	142 (1)	58 \pm 72 (40)		
<i>A. karwinski</i> ²	19 (1)	66 \pm 44 (263)		
<i>Lippia graveolens</i> ³	86 (1)	36 \pm 4 (391)		
<i>B. veronicifolia</i> ²	402 (1)	128 \pm 9 (453)		
Área basal (cm ²)				
<i>W. urens</i> ^{1,2}	175.2 \pm 50.8 (31)	39.0 \pm 11.7 (22)	3.94	<0.001
<i>C. ciliatoglandulifer</i> ^{1,2}	5.5 \pm 0.5 (12)	5.7 \pm 1.4 (118)	2.86	0.004
<i>S. chrysotrichum</i> ^{1,2}	62.3 (1)	10.0 \pm 1.7 (54)		
<i>M. aff. hispida</i> ¹	2 \pm 0 (2)	2.0 \pm 1.5 (45)	0.310	0.756
<i>C. curassavica</i> ¹	157.1 (1)	17.34 \pm 5.0 (49)		
Chamizo negro ¹	6.3 (1)	15.9 \pm 2.8 (40)		
<i>A. karwinski</i> ²	157.1 (1)	116.8 \pm 7.5 (263)		
<i>Lippia graveolens</i> ³	157.1 (1)	19.7 \pm 5.4 (391)		
<i>B. veronicifolia</i> ²	265.5 (1)	118.6 \pm 11 (453)		

¹ Medidas de las plantas buscadas por vagabundeo

² Medidas de las plantas muestreadas con el método por área en 17 parcelas de 30 x 20 m

³ Especies conocidas como potenciales hospederos por los habitantes del lugar

De acuerdo con la teoría coevolutiva propuesta por Ehrlich y Raven (1964), los nuevos hospederos del gusano rojo de maguey deberían ser especies taxonómicamente cercanas (género o familia) al hospedero habitual; sin embargo, los resultados indican que los hospederos encontrados en Monjas, Oax., no pertenecen al mismo género, familia e incluso orden que el hospedero ancestral (Cuadro 4).

Para entender los procesos de adaptación hacia nuevos hospederos es necesario conocer, además de la filogenia, el papel de los metabolitos secundarios entre las relaciones planta-insecto así como las defensas mecánicas de la planta.

La comparación de los metabolitos secundarios reportados para los nuevos hospederos del gusano rojo de maguey mostró que la mayoría de estas plantas comparten la síntesis de terpenos.

Por el lado de las defensas físicas, los tricomas foliares están presentes en todos los nuevos hospederos, excepto en *A. karwinskii*.

Cuadro 3. Medidas (\pm e.e.) de *A. salmiana* infestados y no infestados por el gusano rojo de maguey en San Martín, Zacatecos.

Medida	Infestada	No infestada	t	P
Método por área (N=588)				
Altura (cm)	41.7 \pm 1.3	41.4 \pm 1.4	0.457	0.647
Cobertura (dm ²)	32.8 \pm 1.4	31.1 \pm 1.2	0.784	0.433
Muestreo dirigido (N=81)				
Altura (cm)	43.3 \pm 1.5	56.1 \pm 1.0	2.784	0.005
Cobertura (dm ²)	61.7 \pm 6.9	100.5 \pm 4.4	1.341	0.179
Área basal (cm ²)	296.2 \pm 27.7	649.4 \pm 36.1	1.586	0.113

Cuadro 4. Clasificación de hospederos no agaváceos del gusano rojo de maguey. La clasificación se basó en Singh (2004).

Especie	Familia	Orden
<i>W. urens</i>	Hydrophyllaceae	Solanales
<i>C. ciliatoglandulifer</i>	Euphorbiaceae	Malpighiales
<i>S. chrysotrichum</i>	Solanaceae	Solanales
<i>M. aff. hispido</i>	Loasaceae	Cornales
<i>C. crassavica</i>	Boraginaceae	Solanales
<i>L. graveolens</i>	Verbenaceae	Solanales
<i>B. veronicifolia</i>	Asteraceae	Asterales
"Charizto negro"	n.d.	n.d.

Discusión y Conclusiones

A lo largo de los años, el gusano rojo de maguey ha sido considerado una especie especialista del género *Agave*, sin embargo en este trabajo se confirma la presencia de nueve nuevos hospederos de este insecto en el municipio de Monjas, Oax., donde la disponibilidad de su hospedero principal (*A. salmiana*) es nula. En contraste, en San Martín, Zac., *C. redtenbacheri* no utiliza hospederos alternativos.

A. salmiana, presuntamente el hospedero ancestral del gusano rojo de maguey, fue registrado para el estado de Oaxaca como una especie abundante en la primera mitad del siglo pasado, de la cual se extralaran las larvas de este insecto (Ancona, 1931). Hoy en día la presencia de *A. salmiana* en Monjas, Oax., es prácticamente nula debido principalmente al cambio en uso de suelo hacia tierras de cultivo y al desplazo del agave pulquero silvestre por plantaciones de agave mezcalero (*A. angustifolia*), por ser el distrito de Miahuatlán una importante región mezcalera del estado de Oaxaca (Chagoya, 2004).

Se podría pensar que al escasear *A. salmiana* el gusano rojo de maguey atacaría especies del mismo género o familia de su hospedero ancestral, tal como lo predice la teoría coevolutiva propuesta por Ehrlich y Raven (1964). Este hecho se corrobora al reportarse el gusano rojo de maguey como plaga de diversos agaves, entre ellos *A. angustifolia*. Sin embargo, a pesar de que *A. angustifolia* representa el 60% del inventario magueyero en el distrito de Miahuatlán (Chagoya, 2004), los pobladores no lo reconocen como hospedero del gusano rojo de maguey. Lo

anterior seguramente se debe al uso de insecticida en los cultivos. Esta teoría se fortalece con el hecho de no haber encontrado individuos cultivados de *A. tequilana* infestados por el gusano rojo.

Como una posible explicación hacia el cambio de hospederos se sugiere una búsqueda hacia nuevas plantas que compartan características bioquímicas y físicas semejantes. Los nuevos hospederos comparten principalmente la síntesis de terpenos. Estos elementos le confieren a la planta una gran resistencia al ataque de especies fitófagas superficiales, sin embargo podría actuar como atrayente para la alimentación y oviposición para el gusano rojo de maguey. De la misma manera, los mecanismos de defensa protegen a la planta de diversos factores ambientales, pero principalmente del ataque de herbívoros; para los insectos fitófagos superficiales, la presencia de tricomas puede ser un impedimento en el consumo de dicha planta, pero en el caso de un insecto endófito como el gusano rojo de maguey las defensas físicas de la planta le ofrecen un sitio libre de competencia, procurándose para sí plantas hospederas que tienen un desempeño óptimo.

De acuerdo con los resultados, el gusano rojo de maguey es capaz de distinguir y discernir a sus hospederos intraespecíficos e interespecíficamente.

Literatura Citada

- Ancona, H. 1931. Los chilocuiles o gusanitos de la sal de Oaxaca. *Anales del Instituto de Biología* 6:134-140.
- Chagoya, V.M. 2004. Diagnóstico para la cadena productiva del sistema producto maguey-mezal para el estado de Oaxaca. C.O.M.M.A.C., Oaxaca, México. 215 pp.
- Ehrlich, P. y P. Raven. 1964. Butterflies and plants: a study in coevolution. *Evolution* 18(4):586-608.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información. 1997. División territorial del estado de Oaxaca, México.
- MacGregor, R. y O. Gutiérrez. 1983. Guía de Insectos Nocivos para la Agricultura en México. Instituto de Biología, UNAM. México. 166 pp.
- Nolasco, A., E. Jiménez y A. Camacho. 2002. Introducción de la pupación y colonización del gusano rojo de maguey *Comadia redtenbacheri* H. (Lepidoptera: Cossidae). *Entomología Mexicana* 1:125-130.
- Ramírez, L. 1931. Contribución para el conocimiento de los agaves en México. *Anales del Instituto de Biología* 6:91-95.
- Sánchez, C. 1989. Principales enfermedades que afectan a *Agave angustifolia* Haw. y *A. americana* L. en el Distrito de Tlaxiaco, Oaxaca. Tesis profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Los Reyes Iztacala, México.
- Singh, G. 2004. Plant systematics: an integrated approach. Science publishers. Nueva Hampshire. 361 pp.