

INSECTOS POLINIZADORES DEL AGUACATERO EN LOS ESTADOS DE MÉXICO Y MICHOACÁN, MEXICO

Alvaro Castañeda Vildózola¹; Armando Equihua Martínez²; Jorge Valdés Carrasco¹; Alejandro F. Barrientos Priego²; Gad Ish-Am³; Shmuel Gazit³

¹Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad, C.P. 56230, Montecillo, Méx.

²Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, C.P. 56230, Chapingo, Méx.

³The Hebrew University of Jerusalem, Faculty of Agriculture, P.O.B. Rehovot 76100, Israel.

RESUMEN

En el período de floración del aguacatero (*Persea americana* Mill.), correspondiente a los meses de enero a marzo de 1998 y 1999 se colectaron insectos que visitan las flores de aguacatero en huertas comerciales localizadas en el municipio de Coatepec Harinas, Edo. de México y Ziracuaretiro en Michoacán, México. Los ejemplares capturados se procesaron para su identificación y estudio con microscopía óptica para la determinación del número y distribución de granos de polen acumulados en las distintas regiones del cuerpo de los insectos. Se observó una gran diversidad de especies en las huertas del Edo. de México y menor en Michoacán. Se encontraron 45 especies del orden Diptera distribuidas en cinco familias, de Hymenoptera con 20 especies ubicadas en seis familias y de Coleoptera cinco especies integradas en cinco familias. Las especies *Apis mellifera* L. (Apidae), *Eristalis tenax* L. (Syrphidae), *Phaenicia mexicana* Macquart (Calliphoridae) y *Palpada mexicana* Macquart (Syrphidae) fueron las especies más abundantes en las dos regiones de colecta. Las especies *Geotrigona acapulconis* Strand (Apidae), *Brachygastra mellifica* Say (Vespidae), *Chrysomya megacephala* F. (Calliphoridae) y *A. mellifera* L., tuvieron la mayor cantidad polen de aguacate en el vertex, región ventral del tórax y patas, desplazando en eficiencia al resto de las especies identificadas; sin embargo, la población de *G. acapulconis* se presentó en número muy bajo, lo cual implica que la abeja melífera es el principal polinizante de esta especie frutal y complementada por el resto de las especies determinadas. Estos resultados se integrarán a un proyecto mayor sobre la eficiencia de los insectos polinizadores del aguacatero en relación con su comportamiento y la naturaleza de floración de esta especie.

PALABRAS CLAVE: *Persea americana* Mill., aguacate, floración, polen, efectividad de polinización.

AVOCADO POLLINATOR INSECTS IN THE STATES OF MEXICO AND MICHOACAN, MEXICO

SUMMARY

Avocado (*Persea americana* Mill.), pollinators were collected in orchards in Coatepec Harinas, (State of Mexico) and Ziracuaretiro (Michoacán), Mexico, from January to March of 1998 and 1999. The insects were studied with incident light microscopy in order to identify and count the avocado pollen grains attached to each body region. A higher diversity of pollinators were detected in the State of Mexico orchards and a lower in Michoacán. There were 45 species of Diptera, belonging to 5 families, 20 species (6 families) of Hymenoptera, and 5 species of five families of Coleoptera. *Apis mellifera* L. (Apidae), *Eristalis tenax* L. (Syrphidae), *Phaenicia mexicana* Macquart (Calliphoridae) and *Palpada mexicana* Macquart (Syrphidae) were the most abundant species in both localities. *Geotrigona acapulconis* Strand (Apidae), *Brachygastra mellifica* Say (Vespidae), *Chrysomya megacephala* (Calliphoridae) *A. mellifera* and had the greater amount of avocado pollen attached to the vertex, ventral thorax and legs, surpassing the species effectiveness. Nevertheless, *G. acapulconis* appeared in very low number, which implies that the honey bee is the main pollinator in the avocado tree complemented by the other species. These results will be integrated into a greater project on the avocado pollinators effectiveness, related with their behavior and with the avocado flowering nature.

KEY WORDS: *Persea americana* Mill., flowering, pollen, pollination effectiveness.

INTRODUCCIÓN

Para entender la biología reproductiva del aguacatero (*Persea americana* Mill.) existen varias fuentes que explican en detalle los aspectos bióticos y abióticos involucrados con la floración de este frutal (Davenport, 1986). Recientemente se ha generado controversia con respecto al proceso de polinización en aguacatero, ocasionando confusión sobre el mecanismo de transferencia de polen producido en flores masculinas hacia las femeninas (Davenport, 1998).

Parte de esta controversia es probablemente derivada por la amplia variación de climas donde se cultiva el aguacatero; su cultivo es común desde el trópico húmedo (Avilan *et al.*, 1996; Davenport *et al.*, 1994) hasta el subtropical (Schroeder y Hofshi, 1998). En Florida, Davenport *et al.* (1994) mencionaron a la autopolinización en el estado II como fuente primaria de polinización y descartan a los insectos como vehículos de transporte de polen. Contrariamente, en países como Israel, Sudáfrica, Australia, España y California (USA) la autopolinización es descartada dando paso a la polinización cruzada realizada por las abejas *Apis mellifera* L. (Vithanaghe, 1990; Ish-Am y Eisikowitch, 1998; Martínez *et al.*, 1999).

Un estudio previo realizado en México por Osuna *et al.* (1985), bajo las condiciones de Atlixco, Puebla, concluyeron que el aguacatero cv. Fuerte no necesita plantarse junto con otro cultivar para lograr una buena polinización. Los estigmas fueron receptivos tanto en la fase femenina como la masculina; sin embargo, las abejas fueron los principales agentes polinizadores de este frutal. En México y el resto de Centro y Sudamérica, se desconoce mucho sobre los agentes involucrados con la polinización del aguacatero, si consideramos que esta especie ha evolucionado por millones de años sin la presencia de abejas melíferas, es probable que numerosas especies de insectos nativos iniciaran una coevolución a la par con esta especie. Actualmente, se le está dando la importancia necesaria para lograr identificar a los insectos potencialmente polinizadores de este frutal.

Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo de investigación fue identificar a los insectos potencialmente polinizadores del aguacatero en huertos comerciales en los estados de México y Michoacán y cuantificar el número de granos de polen que transportan en sus cuerpos.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Estado de México las colectas se realizaron en el Centro Experimental La Cruz perteneciente a la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S.C ubicado en el Municipio de Coatepec Harinas, México. El lugar se ubica geográficamente en los 18°46'38" LN, y 99°46'38" LO y presenta una temperatura media anual de 15.7 °C, precipitación media anual de 1,050 mm y una altura so-

bre el nivel del mar de 2,200 m. Los cultivares de aguacatero predominantes son 'Fuerte', 'Colín V-33' y 'Hass'.

En Michoacán, las colectas de insectos se realizaron en el Municipio Ziracuaretiro (ubicación 19°26' LN y 101°55' LO y 1,380 msnm) y el cultivar predominante es 'Hass'. Se utilizaron redes entomológicas para la colecta de los insectos que visitaban las flores de aguacatero, las colectas se iniciaron a las 08:00 h y concluyeron a las 18:00 h. Los insectos colectados se depositaron en una cámara letal y posteriormente se montaron en alfileres entomológicos y se depositaron en cajas para su posterior identificación.

Los insectos a utilizar para estudios de número y distribución de granos de polen en el cuerpo se depositaron individualmente en bolsas de papel para evitar intercambio de polen. Dependiendo de la disponibilidad de material entomológico, se enviaron muestras de uno a seis insectos de cada especie a la Agricultural Research Service, USDA, Beltsville, Maryland, USA y a taxónomos expertos de la Universidad Nacional Autónoma de México para su estricta identificación a nivel de género y especie.

En estudios de laboratorio, se examinaron 10 especies distintas de insectos, que a lo largo del período de floración, fueron las más abundantes. Se utilizó un microscopio óptico compuesto (American Optical, Microstart) con epiiluminación y un contador manual. El estudio consistió en determinar el número y distribución de los granos de polen de aguacatero adheridos en los cuerpos de los insectos. Para facilitar la cuantificación, para cada especie, el cuerpo se dividió en siete regiones (cabeza, fosa de la proboscidea, tórax parte dorsal, tórax parte ventral abdomen parte dorsal, abdomen parte ventral y patas).

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó un diseño en parcelas divididas, donde la unidad grande la constituyó un insecto y las subunidades chicas sus siete regiones, analizándose mediante ANAVA por el procedimiento GLM del programa (SAS), se aplicó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para la comparación de medias. Finalmente se procedió a la toma de fotografías de las partes específicas del cuerpo de los insectos que proporcionaron evidencias relacionadas con acumulación de granos de polen.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las flores de aguacatero son visitadas por un gran número de especies de insectos, pero la abeja melífera (*Apis mellifera* L.) resultó ser la especie más abundante durante todo el período de floración y el principal agente polinizante. En el Cuadro 1 se muestran las especies de insectos colectadas e identificados en las dos regiones de colecta. Se encontraron 45 especies del orden Diptera

distribuidas en 5 familias integradas por Syrphidae, Stratiomyidae, Muscidae, Calliphoridae, Sarcophagidae y Tachinidae; Hymenoptera 20 especies ubicadas en 6 familias formadas por Pompilidae, Scolidae, Halictidae, Vespidae y Apidae, y de Coleoptera cinco especies integradas en 5 familias; Scarabaeidae, Cerambycidae, Tenebrionidae, Brentidae y Lampyridae.

Cuadro 1. Lista de insectos colectados durante el período de floración del aguacatero en los estados de México y Michoacán, México en los años 1998-1999.

Orden	Familia	Especie	Lugar
Coleoptera	Scarabaeidae	No identificada	C
	Tenebrionidae	No identificada	C
	Cerambycidae	No identificada	C
	Lampyridae	No identificada	Z
	Brentidae	No identificada	C
Diptera	Syrphidae	<i>Allograpta exotica</i> Wiedemann	C
		<i>Allograpta micrura</i> Osten Sacken	C
		<i>Allograpta neotropica</i> Curren	C
		<i>Allograpta teligerana</i> Fluke	C
		<i>Ceriana facialis</i> Kertész	C
		<i>Copestylum sica</i> Curren	C y Z
		<i>Copestylum taumaulipanum</i> Curren	C
		<i>Dusysyrphus lotus</i> Williston	C
		<i>Eristalis circe</i> Williston	C
		<i>Eristalis tenax</i> L.	C y Z
		<i>Lejops (Aemosyrphus) mexicanus</i> Macquart	C
		<i>Ornidia obesa</i> F.	C y Z
		<i>Palpada mexicana</i> Macquart	C y Z
		<i>Platycheirus (Carposcalis) stegnus</i> Say	C
		<i>Quinchana championi</i> Williston	C
		<i>Rhysopt octomaculatus</i> Enderlein	C
		<i>Rhysopt sp. A</i>	C
		<i>Rhysopt sp. B</i>	C
	Stratiomyidae	<i>Spilomyia crandalli</i> Curren	C
		<i>Syrphus shorae</i> Fluke	C y Z
		<i>Toxomerus metuum</i> Say	C
		<i>Xanthandrus mexicanus</i> Curren	C
		<i>Hoplitimyia mutabilis</i> F.	C
	Musidae	No identificada	C y Z
	Calliphoridae	<i>Chrysomya megacephala</i> F.	C
		<i>Comptosomyia callipes</i> Bigot	C
		<i>Hemilucila semidiaphana</i> Rondani	C
		<i>Phaenicia mexicana</i> Macquart	C y Z
		<i>Phaenicia purpurescens</i> Walker	C

		<i>Pollenia</i> sp.	C
Sarcophagidae		<i>Oxysarcodexia trivialis</i> Wulp	C y Z
Tachinidae		<i>Archytas</i> sp.	C
		<i>Belsovia</i> sp. cercana a ciliata Aldrich	C
		<i>Belsovia</i> sp. (Triachora)	C
		<i>Gaediopsis</i> sp.	C
		<i>Gaediopsis</i> sp. cercana lugubris	C
		<i>Hysticia</i> sp.	C
		<i>Jurinella</i> sp.	C
		<i>Jurinella ambigua</i> Macquart	C
		<i>Leschenaultia</i> sp.	C
		<i>Linnaemyia</i> sp.	C
		<i>Peleteria</i> sp.	C
		<i>Protodejeania</i> sp.	C
		<i>Ptilodexia</i> sp.	C
		<i>Winthemia</i> sp.	C
Hymenoptera	Pompilidae	<i>Pepsis</i> sp.	C
	Scoliidae	<i>Scolia</i> sp.	C
	Thipidae	<i>Myzinum</i> sp.	C
		<i>Tiphia</i> sp.	C y Z
Vespidae		<i>Brachygastra mellifica</i> Say	C y Z
		<i>Mischocyttarus mexicanus</i> Sauss.	C y Z
		<i>Mischocyttarus pallidipectus</i> Smith	C
		<i>Polistes carnifex</i> Fabr.	C
		<i>Polistes dorsalis</i> Fabr.	C
		<i>Polistes instabilis</i> Sauss.	C
		<i>Polistes major</i> P. de B.	C y Z
		<i>Polistes mexicanus</i> Beq.	C
		<i>Polistes oculatus</i> Smith	C
		<i>Polistes pacificus</i> Fabr.	C
		<i>Polybia diguetana</i> Buysson	C
		<i>Synoeca septentrionalis</i> Rich.	C
		<i>Vespula squamosa</i> Drury	C
	Halictidae	<i>Dinagapostemon</i> sp.	C
Apidae		<i>Apis mellifera</i> L.	C y Z
		<i>Geotrigona acapulconis</i> Strand	C y Z

C= Coatepec Harinas, Edo. de México; Z=Ziracuaretiro, Michoacán

Estos resultados coinciden con los reportados previamente por Nieto (1984), Osuna *et al.* (1985) en México y Visscher (1997) en California, USA, en cuanto a la diversidad de familias de insectos que visitan flores de aguacatero en las distintas regiones de cultivo. Nieto (1984) y Osuna *et al.* (1985) reportaron a las familias Vespidae, Apidae, Ichneumonidae, Tachinidae, Sarcophagidae, Calliphoridae, Muscidae, Stratiomyidae, Lampyridae, Cerambycidae, Scolidae, Halictidae, Pompilidae y Syrphidae.

phagidae, Syrphidae, Lampyridae y Carabidae como los más frecuentes y abundantes en flores de aguacate cultivar Fuerte en la región de Atlixco, Puebla, México. Nieto (1984), mencionó que la abeja melífera es el insecto más efectivo como agente polinizador, ya que visita hasta 61 flores en cinco minutos, mientras que el resto de los insectos visitan de 4 a 11 flores en el mismo tiempo.

Visscher (1997) señaló que las abejas melíferas fueron el grupo más abundante en plantaciones de Ventura, Orange y San Diego en California, USA. Las abejas silvestres, diversas familias de dípteros y avispas fueron también abundantes y complementaron la polinización de esta especie frutal. Las especies *A. mellifera*, *Eristalis tenax*, *Phoenicia mexicana* y *Palpada mexicana* fueron las más abundantes en las dos regiones de estudio; sin embargo, las poblaciones de las tres especies de dípteros fueron menores si se compara con las abejas.

En Michoacán la abundancia de polinizadores fue muy reducida en cuanto a número y diversidad, atribuyéndose al constante uso de insecticidas de amplio espectro que son asperjados a las huertas para el control de plagas; también la deforestación de áreas boscosas, con la finalidad de implementar áreas nuevas para el cultivo del aguacatero en esta región, elimina los sitios de reproducción y refugio de muchas especies de insectos que frecuentan las flores de aguacatero.

En el Estado de México el cultivo del aguacatero está menos tecnificado, el uso de agroquímicos es menos frecuente y es común observar áreas con mayor vegetación que proporcionan refugio y sitios de reproducción a los insectos que visitan flores de aguacatero. Visscher y Shermann (1998) mencionaron que el uso de insecticidas en California, para el control de plagas en aguacatero es limitado, lo cual propicia la abundancia de insectos polinizadores durante la temporada de floración. En Sudáfrica Eardley y Mansell (1996) reportaron a las especies *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), *Allodape microsticta* (Hymenoptera: Anthophoridae), *Belenois aurata* (Lepidoptera: Pieridae), *Camponotus cinctellus* (Hymenoptera: Formicidae), *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) y *Rhyncomyia forcipata* (Diptera: Calliphoridae) como las especies más abundantes en flores de aguacatero, pero ellos únicamente consideran como polinizadores efectivos a *A. mellifera*, *A. microsticta* y *R. forcipata* y al resto de las especies los consideran como visitantes ocasionales que se alimentan del néctar secretado por los nectarios y estaminodios.

Respecto a la comparación de medias por especie, *G. acapulconis* acumuló más polen de aguacatero en su cuerpo, posteriormente las especies *B. mellifica*, *Chrysomia megacephala* y *A. mellifera* conformaron un grupo secundario de vectores relacionados con el transporte de polen de aguacatero. El resto de las especies reportadas mostraron un bajo número de polen y de acuerdo a

Free (1993) carecen de importancia como polinizadores. Estos resultados reflejan la importancia que juegan los insectos endémicos de México como polinizadores del aguacatero (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio de granos de polen en el cuerpo de los insectos que más frecuentan flores de aguacatero.

Especie	No.	Promedio de granos de polen por especie
<i>Geotrigona acapulconis</i>	42	93.26 a ²
<i>Brachygastra mellifica</i>	42	60.66 ab
<i>Chrysomia megacephala</i>	42	60.55 ab
<i>Apis mellifera</i>	42	44.93 bc
<i>Compomyiops callipes</i>	42	38.71 bc
<i>Palpada mexicana</i>	42	25.69 bc
<i>Eristalis tenax</i>	42	24.74 bc
<i>Copestylum sica</i>	42	14.67 c
<i>Leschenaultia sp</i>	42	7.95 c
<i>Phoenicia mexicana</i>	42	6.26 c

²Promedios con la misma letra no difieren significativamente (Tukey $P \leq 0.05$)

De acuerdo a la comparación medias por región del cuerpo (Cuadro 3), las regiones del cuerpo de los insectos que comprenden la frente, región ventral del tórax y patas acumularon la mayor cantidad de polen, estos resultados concuerdan con nuestras observaciones de campo. Las flores de aguacate son relativamente pequeñas y en todos los insectos las tres regiones antes mencionadas estuvieron en contacto directo con las anteras de las flores y el resto de las demás regiones, la acumulación de polen dependió de acuerdo al tamaño de los insectos y su movilidad dentro de las mismas.

Cuadro 3. Promedio de granos de polen de aguacatero por región del cuerpo de los insectos.

Región del cuerpo	No.	Número promedio de granos de polen por región
Frente	60	52.30 bc ²
Fosa de la proboscide	60	6.82 d
Tórax región dorsal	60	23.30 dc
Tórax región ventral	60	86.08 a
Abdomen región dorsal	60	13.47 d
Abdomen región ventral	60	23.30 dc
Patatas	60	58.88 ab

²Promedios con la misma letra no difieren significativamente (Tukey $P \leq 0.05$)

Estos resultados sugieren que la frente, región ventral del tórax y las patas juegan un papel transcendental en la polinización del aguacatero, al transportar el polen hacia los estigmas receptivos de las flores, sin embargo cabe señalar que existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en cuanto a la interacción insecto por región del cuerpo lo

cual quiere decir que la importancia de una determinada región del cuerpo difiere de insecto a insecto como vehículos de transporte de polen, este carácter implica estudiar mas específicamente a aquellos individuos con mayor capacidad de transportar polen en sus cuerpos, descartando aquellos con una menor cantidad de polen.

Cuadro 4. Distribución y número de granos de polen en los cuerpos de los insectos que visitan flores de aguacatero.

Número promedio de granos de polen de aguacatero en las regiones del cuerpo de los insectos (\pm D.S.)								
Especie	No.	Frente	Fosa de la Proboscide	Tórax Región Dorsal	Tórax Región Ventral	Abdomen Región Dorsal	Abdomen Región Ventral	Patas
<i>Apis mellifera</i>	6	152.16 \pm 17.88	4.16 \pm 1.78	12.16 \pm 6.78	20.00 \pm 8.14	19.16 \pm 7.01	20.00 \pm 13.49	86.83 \pm 5.37
<i>Geotrigona acapulconis</i>	6	155.66 \pm 47.92	12.00 \pm 2.44	60.00 \pm 10.72	188.33 \pm 17.29	14.83 \pm 3.73	41.00 \pm 4.49	181.00 \pm 68.57
<i>Brachygastra mellifica</i>	6	103.33 \pm 94.99	16.33 \pm 1.04	26.16 \pm 8.80	149.00 \pm 27.84	5.83 \pm 0.08	15.33 \pm 7.70	108.16 \pm 92.15
<i>Eristalis tenax</i>	6	14.50 \pm 0.68	6.00 \pm 0.68	36.50 \pm 10.94	38.16 \pm 0.87	28.66 \pm 2.87	20.16 \pm 4.55	29.16 \pm 4.66
<i>Palpada mexicana</i>	6	11.50 \pm 4.11	5.83 \pm 3.16	32.66 \pm 10.31	60.33 \pm 19.29	17.16 \pm 3.22	30.00 \pm 10.41	22.33 \pm 0.14
<i>Compsomyiops callipes</i>	6	25.33 \pm 20.91	2.83 \pm 1.23	23.16 \pm 15.83	125.00 \pm 34.62	13.63 \pm 6.13	36.50 \pm 10.12	45.16 \pm 23.82
<i>Chrysomia megacephala</i>	6	39.16 \pm 6.33	6.33 \pm 3.93	26.00 \pm 8.91	213.33 \pm 41.11	12.66 \pm 0.47	39.33 \pm 1.53	87.00 \pm 2.55
<i>Copestylum sica</i>	6	8.33 \pm 2.94	12.50 \pm 3.49	11.50 \pm 0.79	22.16 \pm 9.35	17.83 \pm 0.10	17.00 \pm 1.31	13.33 \pm 4.28
<i>Leschenaultia sp</i>	6	11.50 \pm 7.73	1.33 \pm 0.17	1.66 \pm 1.48	19.33 \pm 7.71	3.33 \pm 0.01	6.50 \pm 3.45	12.00 \pm 4.16
<i>Phoenicia mexicana</i>	6	1.50 \pm 0.13	0.83 \pm 0.08	3.16 \pm 1.69	25.16 \pm 15.08	2.16 \pm 1.00	7.16 \pm 1.6	3.83 \pm 2.78

D.S. = desviación estándar.

Las especies *Geotrigona acapulconis*, *A. mellifera* y *Brachygastra mellifica*, acumularon grandes cantidades de granos de polen de aguacatero, esta característica les confiere un potencial bastante interesante a las especies *G. acapulconis* y *B. mellifica* (Cuadro 4). *A. mellifera* presentó bastante polen en la frente y en las patas, la región dorsal y ventral del cuerpo acumularon cantidades relativamente bajas en comparación con las partes antes mencionadas. En el campo se observó la actividad de *A. mellifera*, colectando néctar de flores femeninas y masculinas.

Durante la visita a flores masculinas, la frente de las abejas hace contacto con las anteras de las flores, adheriéndose bastante polen y posteriormente, al visitar flores femeninas, la región frontal de la cabeza, región ventral de tórax y abdomen, incluyendo las patas tocan, el estigma de la flor, propiciando la transferencia de polen. Estas mismas observaciones fueron presenciadas por Ish-Am y Eisikowitch (1993) en Israel. Vithanage (1990) señaló que la abeja melífera es un excelente agente polinizante del aguacatero debido a la gran cantidad de polen que transporta en su cuerpo (4090 ± 90.2 granos); sin

embargo, esta especie transporta además de polen de aguacatero, grandes cantidades de polen de otras especies que coinciden con la presencia de flores de aguacatero, esta peculiaridad puede reducir el porcentaje de polinización debido a la presencia de polen "contaminante" (Heard, 1999).

G. acapulconis (Figura1) fue la especie más promisoría como agente polinizador del aguacatero; se cuantificaron cantidades grandes de polen acumulado en casi todo su cuerpo (Cuadro 2). Las zonas con mayor número fueron frente, región ventral del tórax y patas (Figura1). En el campo esta especie fue observada colectando néctar de flores femeninas, polen y néctar de flores masculinas, su tamaño pequeño (aproximadamente 0.5 cm de longitud) le confiere mayor superficie de contacto con las anteras y estigma de la flor, favoreciendo la polinización. Un caso similar lo reportó Heard (1994) en macadamia (*Macadamia integrifolia*).

Freitas (1997) concluyó que *Centris tarsata* (Apidae: Meliponinae) acumuló bastante polen de *Anacardium occidentale* en la región ventral del cuerpo y prementum,

el número de granos de polen adheridos al cuerpo de *C. tarsata* fue superior al de *A. mellifera*; sin embargo, las dos especies son polinizadoras eficientes de *A. occidentale* (Freitas, 1998). Similarmente, Heard (1998) mencionó que *Trigona carbonaria* (Apidae: Meliponinae) es un polinizador eficiente de *Macadamia integrifolia*. En general, las abejas silvestres (Meliponinae) son un grupo importante de insectos polinizadores de varios cultivos agrícolas en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, y presentan grandes virtudes para ser utilizados como agentes polinizadores. Heard (1999), mencionó que son especialistas en coleccionar polen exclusivamente.

En este estudio cuantificó grandes cantidades de polen de aguacatero en el cuerpo de *G. acapulconis*, mientras la presencia de polen de otras especies fue nula. Nuestra observación coincide a lo reportado por Heard (1999), pero la presencia de *G. acapulconis* en Michoacán y Estado de México fue reducida. En este último estado, *G. acapulconis*, se presenció en huertas muy cercanas a áreas con bastante vegetación natural y no fueron observadas en huertas alejadas de áreas naturales.

La avispa *B. mellifica* presentó cantidades grandes de polen en la frente, región ventral del tórax y patas (Cuadro 2). En los dos lugares de colecta, la presencia de *B. mellifica* fue muy reducida, los pocos ejemplares observados visitaron flores masculinas y femeninas, su actividad se limitó a la colecta de néctar en ambos tipos de flores. Un estudio realizado en Texas por Sugden y Lowrey (1994) reportaron que *B. mellifica* se limitó a la colecta de néctar de Asteraceae, Malvaceae, Scrophulariaceae, Zygophyllaceae y Mimosaceae, pero su cuerpo puede transportar bastante polen y favorecer la polinización de plantas cultivadas. En cultivos como mango, las avispas *Paralastor* sp. y *Chalybion bengalense* transportan grandes cantidades de polen en el tórax y favorecen la polinización, y fertilización de este cultivo (Anderson et al., 1982).

Otro grupo bastante interesante lo integran los dípteros. Numerosos estudios reportan la eficiencia de los dípteros como agentes polinizantes de cultivos. Nosotros observamos en altas poblaciones las especies *Eristalis tenax*, *Phoenicia mexicana*, *Compsomyiops callipes* y *Chrysomia megacephala* en los dos lugares de colecta y la cantidad de polen adherido a su cuerpo en varios individuos revisados fue relativamente menor en comparación con himenópteros (Cuadro 2). Esto implica que después de los himenópteros, los dípteros son polinizadores potenciales debido a su abundancia, mayor diversidad, movilidad y por la cantidad de granos de polen que transportan en su cuerpo.

Vithanage (1990) reportó que las moscas de la familia Syrphidae y Calliphoridae transportan altas cantidades de granos de polen de aguacatero y complementan la polini-

zación de este frutal, ya que la abeja es el polinizador más eficiente. *E. tenax* fue abundante durante toda la temporada de floración del aguacatero en el Edo. de México y posiblemente un polinizador eficiente. Autores como Jarlan et al (1997) señalaron a *A. tenax* como un polinizador con potencial para ser utilizado en cultivos de invernadero.

El presente estudio indicó la presencia de numerosas especies insectiles que visitan flores de aguacatero. Varias de las especies encontradas presentaron cantidades altas de polen, lo cual demuestra su relación con la polinización. Este aspecto es recalcado por Freitas (1997) y Visscher y Shermann (1998). Ellos mencionan que la coordinación entre presencia de flores de una especie vegetal y su polinizador en este caso insectos, los cuales deben cumplir con virtudes como abundancia, cantidad de polen que transporta en su cuerpo y movilidad. Sin embargo el punto clave reside en el número de granos de polen que transportan en su cuerpo, a mayor número, aumenta la posibilidad de transferir mayor cantidad de polen viable a los estigmas y asegura la polinización y fertilización (Free, 1993).

Finalmente, este estudio, representa el primer intento relacionado con la identificación de insectos y su influencia con la polinización del aguacatero. En la región de Coatepec Harinas Harinas, México, este frutal requiere forzosamente de polinización cruzada y posiblemente también en Michoacán (Melva Lucy Quiñones, 1999; dato no publicado), por lo tanto los insectos juegan un papel importante como vectores en la transferencia de polen, esto implica la necesidad de protegerlos, evitando el uso de insecticidas de amplio espectro durante las horas de máxima actividad en su visita hacia las flores de aguacatero y evitar la destrucción de áreas con vegetación natural, pues muchos de los insectos que visitan los huertos de aguacatero están asociados con áreas de vegetación endémica como sucede con *G. acapulconis*.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico para la realización de estudios de Maestría. A la Asociación de Amigos Mexicanos de la Universidad Hebrea de Jerusalem por el Financiamiento económico de la presente investigación. A los Doctores F. Christian Thompson, Norman E. Woodley y Raymond Gagne del Systematic Entomology Laboratory (USA), por su apoyo en la identificación de especies del orden Diptera, al Dr. David Roubik del Smithsonian Institute (Panamá), por la identificación de Apidae (Hymenoptera) y a la M.C. Alicia Rodríguez-Palafox de la Universidad Nacional Autónoma de México por la identificación de especies de la Familia Vespidae.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, D.L.; SEDGLEY, M.; SHORT, J.R.T.; ALLWOOD, A.J. 1982. Insect pollination of mango in Northern Australia. Aust. J. Agric. Res. 33: 541-548.
- AVILÁN, L.; RODRÍGUEZ, M.; RUIZ, J. 1996. Comportamiento floral de variedades de aguacate en Venezuela. Agronomía Tropical 46(3): 275-287.
- DAVENPORT, T.L. 1986. Avocado flowering. Horticultural Reviews 8: 257-289.
- DAVENPORT, T.L.; PARNITZKI, P.; FRICKE, S.; HUGHES, M.S. 1994. Evidence and significance of self-pollination of avocados in Florida. Journal of the American Society for Horticultural Science 119(5): 1200-1207.
- DAVENPORT, T.L. 1998. What if there is no pollinator?. Subtropical Fruit News 6(1): 15-17.
- EARDLEY, C.; MANSELL, M.W. 1996. The natural occurrence of insect pollinators in an avocado orchard. South African Avocado Growers' Association Yearbook 19: 36-38.
- FREE, J.B. 1993. Insect Pollination of Crops. Academic Press; London, UK. 684 p.
- FREITAS, M.B. 1997. Number and distribution of cashew (*Anacardium occidentale*) pollen grains on the bodies of its pollinators, *Apis mellifera* and *Centris tarsata*. Journal of Apicultural Research 36(1): 15-22.
- HEARD, T.A. 1994. Behaviour and pollinator efficiency of stingless bees and honey bees on macadamia flowers. Journal of Apicultural Research 33(4): 191-198.
- HEARD, T.A. 1999. The role of stingless bees in crop pollination. Annual Review of Entomology 44: 183-206.
- ISH-AM, G.; EISIKOWITCH, D. 1993. The behaviour of honey bees (*Apis mellifera*) visiting avocado (*Persea americana*) flowers and their contribution to its pollination. Journal of Apicultural Research 32(3/4): 175- 186.
- ISH-AM, G.; EISIKOWITCH, D. 1998. Low attractiveness of avocado (*Persea americana* Mill.) flowers to honeybees (*Apis mellifera* L.) limits fruit set in Israel. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 73(2): 195-204.
- JARLAN, A.; DE OLIVEIRA, D.; GINGRAS, J. 1997. Pollination of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in greenhouse by syrphid fly *Eristalis tenax* (L.). Acta Horticulturae 437: 335-340.
- MARTÍNEZ, D.; CUEVAS, J.; LORETE, N.; GONZÁLEZ, C. 1999. Elección de polinizadores para el cultivar de aguacate Hass en la Costa de Almería. Actas de Horticultura 6: 132-137.
- NIETO Á., R. 1984. Observación preliminar de la polinización entomófila en aguacate *Persea americana* Mill. Revista Chapingo 9: 54-55.
- OSUNA E., T.; GARCÍA V., A.; PIMIENTA B., E. 1985. Expresión de la dicogamia en la variedad Fuerte de aguacate (*Persea americana* Mill.) en la región de Atlixco, Puebla. Agrociencia 62: 69-77.
- SCHROEDER, C.A.; HOFSHI, R. 1998. Some aspects of pollination and fertilization in subtropical fruit species. Subtropical Fruit News 6(1): 2-5.
- SUGDEN, E.A.; McALLEN, R.L. 1994. Observations on foraging, population and nest biology of the mexican honey wasp, *Brachygastra mellifica* Say in Texas (Vespidae: Polibiniinae). Journal of the Kansas Entomological Society 67(2): 141-155.
- VISSCHER, P. 1997. Avocado pollination in California growing conditions. California Avocado Research Symposium, pp. 43-44.
- VISSCHER, P.; SHERMANN, G. 1998. Insect visitors to avocado. Subtropical Fruit News 6(1): 7-10.
- VITHANAGE, V. 1990. The role of the european honey bee (*Apis mellifera* L.) in avocado pollination. Journal of Horticultural Science 65(1): 81-86.



Figura 1. *Geotrigona acapulconis* fue la especie que acumuló bastante polen de aguacatero sobre su cuerpo, confiriéndole características de un buen agente polinizante.

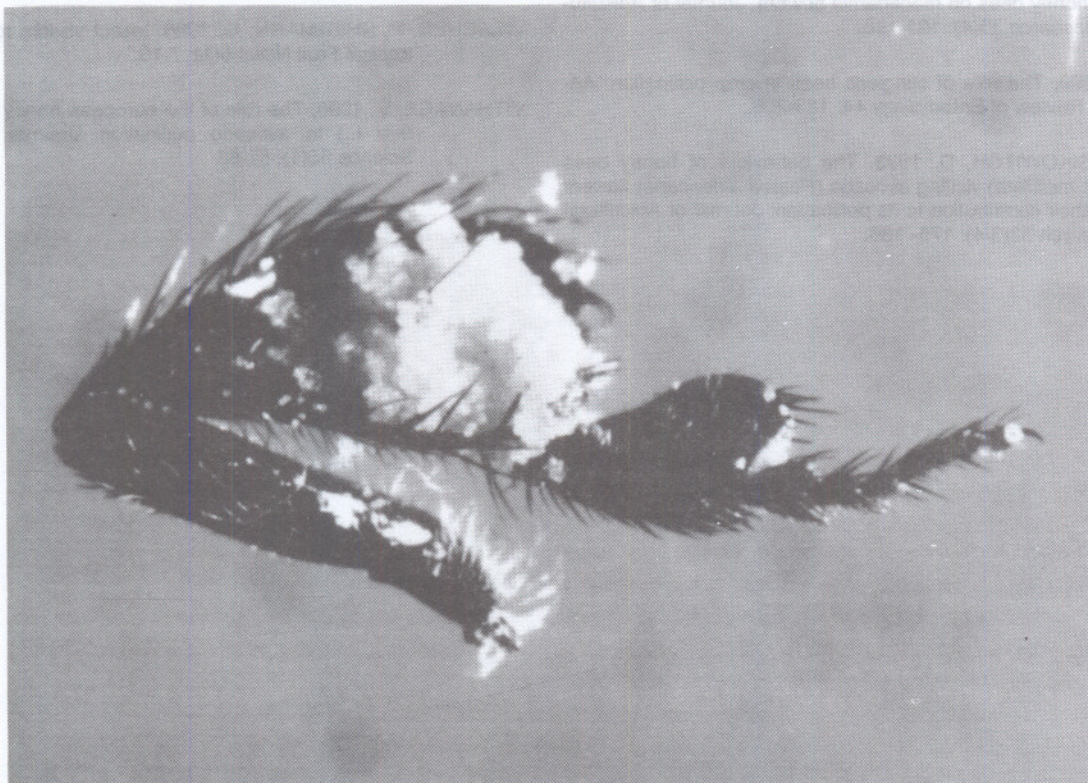


Figura 2. Pata de *Geotrigona acapulconis* mostrando una gran cantidad de polen de aguacatero.