

Colección Nuevo conocimiento agropecuario

Insectos polinizadores del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en Colombia

Arturo Carabalí Muñoz
Sandra Pinchao Tenganan
Ilba Lamprea Rodríguez
Juan Felipe Peña Mojica
Diana Johana Carabalí Banguero

Corpoica
EDITORIAL
www.corpoica.org.co



Insectos polinizadores del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en Colombia

Arturo Carabalí Muñoz

Sandra Yaneth Pinchao Tenganan

Ilba María Lamprea Rodríguez

Juan Felipe Peña Mojica

Diana Johana Carabalí Banguero

Insectos polinizadores del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en Colombia / Arturo Carabalí Muñoz [y otros cuatro]. – Mosquera (Colombia): Corpoica, 2017.

96 páginas: ilustraciones, datos numéricos

Incluye referencias bibliográficas

ISBN obra impresa: 978-958-740-235-3 ISBN (e): 978-958-740-236-0

1. *Persea americana* 2. Plagas de plantas 3. Abeja melífera 4. Polinización cruzada 5. Floración 6. Palinología 7. Cauca (Colombia) 8. Antioquia (Colombia) 9. Tolima (Colombia) I. Carabalí Muñoz, Arturo II. Pinchao Tenganan, Sandra Yaneth III. Lamprea Rodríguez, Ilba María IV. Peña Mojica, Juan Felipe V. Carabalí Banguero, Diana Johana.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc

Catalogación en la publicación - Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Corpoica

Centro de Investigación Palmira
Diagonal a la intersección de la carrera 36A con calle 23
Palmira, Valle del Cauca, código postal 763533, Colombia

Primera edición: 1.333 ejemplares
Impreso en Bogotá, Colombia
Printed in Bogotá, Colombia

Preparación editorial
Editorial Corpoica
editorial.corpoica@corpoica.org.co
Editora: Liliana Gaona García
Corrección de estilo: Luisa Fernanda Espina Rodríguez
Fotografías: Arturo Carabalí Muñoz, Sandra Pinchao Tenganan, Ilba Lamprea Rodríguez, Juan Felipe Peña Mojica, Diana Johana Carabalí Banguero
Diseño y diagramación: Studio Swamp S.A.S.
Impresión: Digiprint Editores SAS
Impreso en Bogotá, D. C., Colombia, mayo 2017

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@corpoica.org.co
www.corpoica.org.co



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Esta publicación es resultado del proyecto 1790 "Aumento de la productividad del aguacate mediante el uso de polinizadores en tres zonas productoras de Colombia", el cual hace parte del macroproyecto "Manejo integrado del cultivo de aguacate (*Persea americana*) cv. Hass para incrementar la calidad y el rendimiento en zonas productoras de Colombia", cofinanciado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), con el contrato RC01962012.

Citación sugerida: Carabalí-Muñoz A, Pinchao-Tenganan S Y, Lamprea-Rodríguez I M, Peña-Mojica JF, Carabalí-Banguero DJ. 2016. Insectos polinizadores del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en Colombia. Mosquera, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

Cláusula de responsabilidad: Corpoica no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Tabla de contenido

Agradecimientos	13
Presentación.....	15
Capítulo I	
Biología floral del aguacate	17
Generalidades de la polinización del aguacate	18
Capítulo II	
Polinizadores del aguacate en Colombia	23
La abeja melífera como polinizador.....	27
Carga polínica del aguacate.....	29
Otros recursos alimenticios	29
Polinización por abejas nativas	31
Especies que acarrean polen de aguacate	38
Otros recursos alimenticios	40
Visitantes florales	42
Familia Bibionidae.....	43
Familia Calliphoridae	46
Familia Cantharidae	50
Familia Melolonthidae.....	51
Familia Reduviidae.....	54
Familia Sarcophagidae.....	55
Familia Syrphidae	56
Familia Tachinidae.....	59
Familia Vespidae.....	63
Visitantes florales ocasionales	65
Muestra fotográfica de tipos polínicos asociados a los insectos polinizadores del aguacate	78
Conclusiones.....	83
Los autores	85
Referencias.....	87



Lista de figuras

Figura 1	Biología floral del aguacate	17
Figura 2	Inflorescencia del aguacate	17
Figura 3	Tipos de inflorescencias	18
Figura 4	Fases de la flor	18
Figura 5	Curso de la floración diaria en <i>P. americana</i> cv. Hass en los departamentos de Antioquia, Cauca y Tolima	20
Figura 6	Traslape de las fases masculina y femenina de la flor de aguacate	20
Figura 7	Insectos visitando las flores de aguacate en sus diferentes fases	20
Figura 8	<i>A. mellifera</i> posada en una flor de <i>P. americana</i> cv. Hass	27
Figura 9	Número de abejas melíferas capturadas, en función de la hora del día, en los departamentos de Antioquia, Cauca y Tolima	28
Figura 10	Promedio de densidad de abejas melíferas, en función de la hora del día, en tratamientos diferenciales por número de colmenas (0, 2, 4, 6 y 8)	28
Figura 11	Regiones del cuerpo de <i>A. mellifera</i> aptas para el transporte de polen	29
Figura 12	Principales tipos polínicos agrupados por familia, de acuerdo con la región del cuerpo de <i>A. mellifera</i>	29
Figura 13	<i>A. mellifera</i> visitando diferentes géneros	32
Figura 14	Abejas nativas visitando flores en busca de alimento	32
Figura 15	Abejas colectadas en el departamento del Cauca	33
Figura 16	Abejas colectadas en el departamento de Antioquia	34
Figura 17	Abejas colectadas con mayor frecuencia en el departamento del Tolima	36
Figura 18	Número de abejas silvestres, en función de la hora del día, en los departamentos de Antioquia, Cauca y Tolima	38
Figura 19	Carga de polen de aguacate, en función de la región del cuerpo de las abejas silvestres presentes en el Cauca	39
Figura 20	Carga de polen de aguacate, en función de la región del cuerpo de las abejas silvestres presentes en Antioquia	39
Figura 21	Carga de polen de aguacate, en función de la región del cuerpo de las abejas silvestres presentes en el Tolima	39
Figura 22	Abejas silvestres posadas	41
Figura 23	Carga polínica del aguacate, proporcional con el número de especímenes por familia	42
Figura 24	Bibiónidos polinizadores del aguacate en el departamento del Cauca	44
Figura 25	Bibiónidos polinizadores del aguacate en el departamento del Tolima	45
Figura 26	Califórido polinizador del aguacate en el departamento del Tolima	46

{ 8 }

Figura 27	Califóridos polinizadores del aguacate en el departamento de Antioquia	47
Figura 28	Califóridos polinizadores del aguacate en el departamento del Cauca	48
Figura 29	Cantárido polinizador del aguacate en el departamento del Tolima	50
Figura 30	Coleópteros polinizadores del aguacate en el departamento del Tolima	52
Figura 31	<i>M. tenuilineatus</i> en la flor del aguacate en el departamento del Tolima	53
Figura 32	Redúvidos polinizadores del aguacate en el departamento de Antioquia	54
Figura 33	Sarcofágido polinizador del aguacate en el departamento del Tolima	56
Figura 34	Sírfidos polinizadores del aguacate en el departamento del Cauca	57
Figura 35	Sírfidos polinizadores del aguacate en el departamento de Antioquia	58
Figura 36	Sírfidos polinizadores del aguacate en el departamento del Tolima	59
Figura 37	Taquínidos polinizadores del aguacate en el departamento de Antioquia	60
Figura 38	Taquínidos polinizadores del aguacate en el departamento del Cauca	60
Figura 39	Taquínidos polinizadores del aguacate en el departamento del Tolima	62
Figura 40	Véspido polinizador del aguacate en el departamento de Antioquia	64
Figura 41	Véspidos polinizadores del aguacate en el departamento del Tolima	65
Figura 42	Especie de la familia Chrysomelidae que hace parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	65
Figura 43	Especies de la familia Cantharidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	66
Figura 44	Especie de la familia Coccinellidae que hace parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	66
Figura 45	Especies de la familia Curculionidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	67
Figura 46	Especies de la familia Lycidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	68
Figura 47	Especie de la familia Melyridae que hace parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	69
Figura 48	Especies de la familia Melolonthidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	69
Figura 49	Especies de la familia Sarcophagidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	70
Figura 50	Especies de la familia Calliphoridae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	71
Figura 51	Especies de la familia Syrphidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	72
Figura 52	Especies de la familia Tachinidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	72

Figura 53	Especie de la familia Tipulidae que hace parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	73	
Figura 54	Especie de la familia Braconidae que hace parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	73	
Figura 55	Especie de la familia Colletidae que hace parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	73	
Figura 56	Especies de la familia Crabronidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	74	
Figura 57	Especie de la familia Halictidae que hace parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	74	
Figura 58	Especies de la familia Formicidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	75	
Figura 59	Especies de la familia Vespidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate en el Cauca	75	
Figura 60	Especies de la familia Vespidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate en Antioquia	76	
Figura 61	Especies de la familia Vespidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate en el Tolima	77	
Figura 62	Familias del orden Hemiptera que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate	78	
Figura 63	Características morfológicas del polen de <i>P. americana</i> Mill. (Lauraceae) cv. Hass	79	{ 9 }
Figura 64	Tipos polínicos de la familia Asteraceae que los polinizadores asociados con el cultivo del aguacate visitan	80	
Figura 65	Tipos polínicos de plantas que los polinizadores asociados con el cultivo del aguacate visitan	81	



Lista de tablas

Tabla 1	Grupos y estados de floración	19
Tabla 2	Riqueza y abundancia de familias de insectos capturados durante la floración del aguacate, por localidad	23
Tabla 3	Tipos polínicos encontrados en el cuerpo de <i>A. mellifera</i> , en tres zonas productoras de Colombia	30
Tabla 4	Número de especímenes de abejas sin aguijón capturadas visitando las flores de aguacate cv. Hass, en tres departamentos de Colombia	37
Tabla 5	Tipos polínicos visitados con mayor frecuencia por las abejas nativas en aguacate cv. Hass	40
Tabla 6	Principales tipos polínicos encontrados en insectos visitantes florales del aguacate <i>P. americana</i> cv. Hass	43
Tabla 7	Número de granos de polen en las morfoespecies de bibiónidos polinizadores de <i>P. americana</i> , por departamento	45
Tabla 8	Número de granos de polen en las morfoespecies de califóridos polinizadores de <i>P. americana</i> , por departamento	49
Tabla 9	Número de granos de polen en las morfoespecies de cantáridos polinizadores de <i>P. americana</i> , por departamento	51
Tabla 10	Número de granos de polen en las morfoespecies de melolóntidos polinizadores de <i>P. americana</i> , por departamento	53
Tabla 11	Número de granos de polen en una morfoespecie de redúvidos polinizadores de <i>P. americana</i> , por departamento	55
Tabla 12	Número de granos de polen en las morfoespecies de sarcófágidos polinizadores de <i>P. americana</i> , por departamento	55
Tabla 13	Número de granos de polen en las morfoespecies de sírfidos polinizadores de <i>P. americana</i> , por departamento	57
Tabla 14	Número de granos de polen en las morfoespecies de taquínidos polinizadores de <i>P. americana</i> , por departamento	62
Tabla 15	Número de granos de polen en las morfoespecies de véspidos polinizadores de <i>P. americana</i> , por departamento	64



Agradecimientos

Los autores agradecemos al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias); a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Centro de Investigación Palmira; a Martha Eugenia Londoño y Edgar Herney Varón, investigadores de Corpoica; al doctor César Cardona, por la formulación inicial del proyecto; a los profesionales Kiara Calle Bello, Valentina Díaz Grisales, Jorge Giraldo, William Lozada, Andrés Rodríguez y Daniel Cardona; a los asistentes de investigación Adolfo Arias y Humberto Rodríguez; a los propietarios de las fincas donde se realizaron las actividades de investigación en los departamentos del Cauca, Antioquia y Tolima: Fernando Velasco, Aldemar Sarria, Patricia Luligo, Jesús Camacho, Esteban Estrada, Ricardo Uribe y Norbey Varón; al Laboratorio de Paleoecología de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, en especial a Ivonne Marcela Castañeda, por su orientación y colaboración en el área de palinología; a la doctora Guiomar Nates, por la identificación taxonómica de las abejas; a la doctora Marta Wolff Echeverri, por la identificación de los dípteros; a Carlos Sarmiento Monroy, por la identificación de las avispas; a Luis Alejandro Vidal, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira y a Alexander Vargas, de la Universidad del Valle, por su colaboración en la identificación de las plantas.



Presentación

El aguacate ha sido favorecido por haber sido incluido en el programa de frutales con potencial de exportación. Su promedio de producción no ha cambiado mucho en los últimos años, y oscila alrededor de las 11,5 t/ha. Al igual que otros frutales tropicales, para su fertilización o para mejorar la calidad del producto, el aguacate depende de la polinización cruzada. En la literatura hay consenso en la importancia de favorecer la actividad de insectos polinizadores como una forma relativamente fácil y económica de aumentar la productividad de este frutal.

En Colombia, los insectos polinizadores del aguacate no han sido ampliamente estudiados, por ello se conoce poco sobre la actividad de la abeja melífera, las abejas silvestres y otros polinizadores. El libro *Insectos polinizadores del aguacate* (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en Colombia contribuirá a llenar este vacío de información, al recopilar los resultados de un trabajo de cuatro años en los departamentos del Cauca, Antioquia y Tolima, acerca de los insectos que visitan las flores del aguacate. De igual forma, se relacionan los análisis palinológicos y la flora asociada; esta última es un factor importante para la supervivencia y la función de los insectos presentes en el cultivo.

Este trabajo hizo parte del proyecto Manejo integrado del cultivo de aguacate (*Persea americana*) cv. Hass para incrementar la calidad y el rendimiento en zonas productoras de Colombia, financiado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), con el objetivo de generar conocimientos que permitan desarrollar técnicas de manipulación de insectos polinizadores, con el fin de maximizar la productividad del cultivo de aguacate.

{ 15 }

La información se encuentra dividida en dos capítulos: el primero, contiene aspectos generales relacionados con la biología floral del aguacate; y, el segundo, presenta los insectos polinizadores del aguacate cv. Hass, que incluyen a la abeja melífera, las abejas silvestres y los visitantes florales, y además a los visitantes ocasionales, como los insectos que no transportan polen de aguacate.

Esperamos brindar y hacer disponible el conocimiento para todos los interesados en conocer la diversidad biológica presente en los cultivos de aguacate.



Biología floral del aguacate

La flor del aguacate es actinoforma y hermafrodita, y se agrupa en racimos terminales o axilares. Cuando se encuentra abierta, mide aproximadamente 10 mm de ancho y 7,6 mm de longitud. Posee tres pétalos, tres sépalos, nueve estambres y un pistilo; en la base de cada tres filamentos de estambres hay dos nectarios; cada antera está conformada por cuatro sacos polínicos, que contienen de 500 a 700 granos de polen cada uno (Romero 2012) (figura 1).

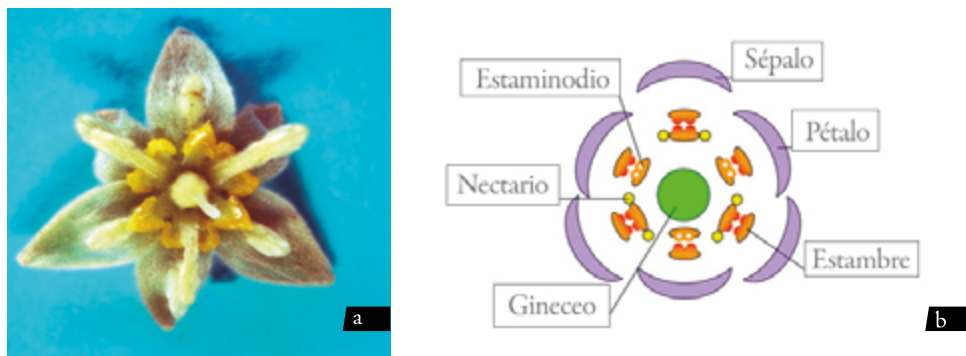


Figura 1. Biología floral del aguacate. a. Flor; b. Diagrama floral.

Fuente: International Tropical Fruits Network (2008).

En su inflorescencia, el número de flores es variable; existen registros de que el aguacate cv. Hass puede llegar a producir de 200 a 545 flores por brote (Silva 1997; Cossio et al. 2007). Durante el periodo de floración, un árbol puede producir más de un millón de flores, que en su mayoría caen sin producir fruto. Se ha estimado que solo entre el 0,001 % y el 0,23 % de las flores llegan al cuajado y es variable en función del cultivar (Gazit y Degani 2002) (figura 2).



Figura 2. Inflorescencia del aguacate.

El aguacate produce dos tipos de inflorescencias: las llamadas determinadas, en las que el eje primario se desarrolla en una flor terminal, y las indeterminadas, que terminan con una yema vegetativa (Salazar et al. 1998)

(figura 3). En regiones productoras de aguacate cv. Hass (como en California, EE. UU.), se encontró que la mayoría de los brotes florales fueron indeterminados y solo del 5% al 20% fueron determinados (Schroeder 1944).

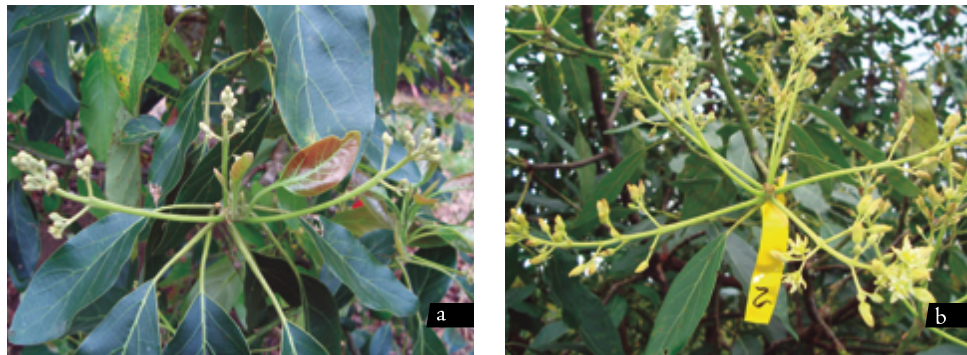


Figura 3. Tipos de inflorescencias. a. Indeterminada; b. Determinada.

Generalidades de la polinización del aguacate

{ 18 }



Figura 4. Fases de la flor. a. Masculina; b. Femenina.

El aguacate es una especie frutícola que presenta un particular comportamiento de floración, denominado dicogamia protoginia (Valdés 2002). Se caracteriza por el hecho de que, a pesar de contar con flores completas, el pistilo y los estambres de una misma flor alcanzan la madurez sexual en diferentes momentos: primero madura la parte femenina y posteriormente, en la segunda antesis, la parte masculina comienza a producir polen (Free 1993; Jardón et al. 2011) (figura 4).

Los cultivares de aguacate se clasifican en dos grupos de floración complementarios: tipos A y B, en función de su frecuencia de floración diaria (Ish-Am 2004). En los del tipo A, entre los que se incluye el cv. Hass, las flores se abren en estado femenino por la mañana y se cierran por la tarde, para abrirse de nuevo en estado masculino la tarde del día siguiente. Las flores de los cultivares tipo B se abren en estado femenino durante la tarde, se cierran y vuelven a abrirse en estado masculino en la mañana del día siguiente (Sedgley 1979; Gardiábal y Rosenberg 1991; Alcaraz 2009) (tabla 1).

Tabla 1. Grupos y estados de floración

Periodo de tiempo	Estado	
	Tipo A	Tipo B
Día uno		
		
Día dos		
		

{ 19 }

Fuente: Elaboración propia

En Colombia, en los cultivos de cv. Hass de los departamentos de Antioquia, Cauca y Tolima, las flores en fase femenina se abrieron en el periodo comprendido entre las 8:00 h y las 15:00 h, y en estado masculino entre las 12:00 h y las 16:00 h; se presenta un traslape de tres ho-

ras de la fase masculina y la femenina (figura 5). Según Gazit y Degani (2002), en el aguacate existen tres mecanismos de reproducción: la autogamia, la polinización cruzada y la geitonogamia, lo que sugiere que este último ocurre durante el traslape descrito (figura 6).

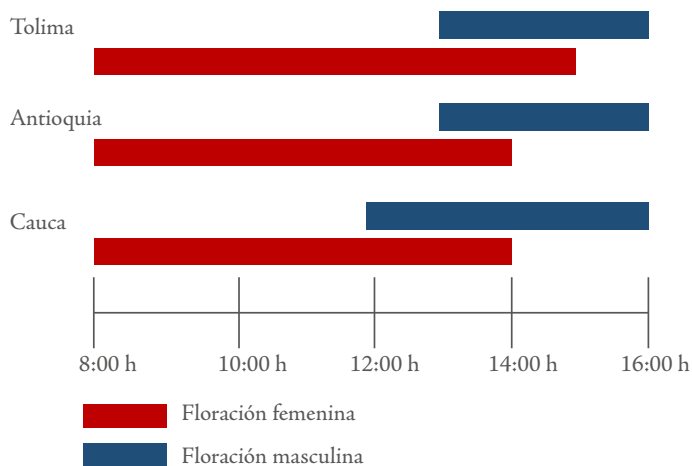


Figura 5. Curso de la floración diaria en *P. americana* cv. Hass en los departamentos de Antioquia, Cauca y Tolima.

Fuente: Elaboración propia



La adopción de la dicogamia como estrategia reproductiva implica que, para lograr una transferencia eficaz de polen, los insectos deben visitar las flores en ambas fases, lo que se consigue mediante la producción secuencial de atractivos florales (Cabezas et al. 2003) (figura 7). Este complejo mecanismo de alternancia de sexos evolucionó a favor de la polinización cruzada, para mantener la heterogeneidad de la especie (Romero 2012).

Figura 6. Traslapo de las fases masculina y femenina de la flor de aguacate.



Figura 7. Insectos visitando las flores de aguacate en sus diferentes fases. a. Masculina; b. Femenina.





Polinizadores del aguacate en Colombia

Durante el periodo de floración del aguacate se producen grandes cantidades de flores, que atraen a una amplia y continua diversidad de insectos, que buscan recursos alimenticios de manera constante. En colectas de insectos que visitaban flores de *P. americana* cv. Hass, realizadas en los departamentos de Antioquia, Cauca y Tolima, se pudo comprobar el gran número de familias de insectos, en su mayoría pertenecientes a los órdenes Diptera, Hymenoptera, Coleoptera y Hemiptera, atraídos por las flores que se caracterizan por nectarios expuestos y polen fácil de recolectar.

Según el índice de Shannon, la abundancia de especies de las familias Syrphidae, Tachinidae y Vespidae fue constante en las tres localidades, a diferencia de la familia Apidae, que siendo la más numerosa, presenta una especie dominante que reduce su diversidad respecto a la abundancia de especies (tabla 2).

Tabla 2. Riqueza y abundancia de familias de insectos capturados durante la floración del aguacate, por localidad*

Orden	Antioquia			Cauca			Tolima		
Familia	Inv	M	H	Inv	M	H	Inv	M	H
Coleoptera									
Cantharidae	1	1	0	44	4	1,06	3	2	0,64
Chrysomelidae	1	1	0	22	6	1,57	6	3	1,01
Coccinellidae	4	1	0	4	2	0,56	1	1	0
Curculionidae	-	-	-	42	6	1,58	3	2	0,64
Lampyridae	2	2	0,69	-	-	-	-	-	-
Lycidae	9	5	1,53	5	1	0	-	-	-
Melyridae	33	1	0	-	-	-	-	-	-
Melolonthidae	27	6	1,47	23	3	0,47	15	7	1,88
Dermaptera									
Forficulidae	-	-	-	-	-	-	1	1	0

(Continúa)

(Continuación tabla 2)

Orden	Antioquia			Cauca			Tolima		
Familia	Inv	M	H	Inv	M	H	Inv	M	H
Diptera									
Asilidae	-	-	-	1	1	0	-	-	-
Bibionidae	21	4	1,09	35	8	1,69	2	1	0
Calliphoridae	63	10	2,10	87	3	0,80	3	1	0
Lonchaeidae	-	-	-	8	2	0,69	-	-	-
Muscidae	-	-	-	42	7	1,31	2	1	0
Sarcophagidae	54	8	1,85	20	6	1,31	13	3	0,90
Sciaridae	10	2	0,33	1	1	0	-	-	-
Stratiomyidae	-	-	-	1	1	0	-	-	-
Syrphidae	65	17	2,24	99	19	2,33	19	11	2,23
Tachinidae	42	11	2,05	61	21	2,38	41	10	2,00
Tephritidae	-	-	-	6	3	0,87	-	1	0
Tipulidae	-	-	-	-	-	-	3	1	0
Hemiptera									
Berytidae	-	-	-	1	1	0	-	-	-
Lygaeidae	-	-	-	1	1	0	-	-	-
Membracidae	1	1	0	-	-	-	-	-	-
Miridae	-	-	-	1	2	0,69	-	-	-
Pentatomidae	1	1	0	-	-	-	-	-	-
Reduviidae	13	4	1,03	9	5	1,52	-	-	-
Rhyparochromidae	-	-	-	1	1	0	-	-	-

(Continúa)

(Continuación tabla 2)

Orden	Antioquia			Cauca			Tolima		
Familia	Inv	M	H	Inv	M	H	Inv	M	H
Hymenoptera									
Apidae	232	5	1,11	254	6	1,23	143	9	1,59
Braconidae	-	-	-	-	-	-	3	3	1,10
Crabronidae	-	-	-	8	4	1,07	-	-	-
Colletidae	-	-	-	2	1	0	-	-	-
Eucharitidae	-	-	-	3	1	0	-	-	-
Figitidae	-	-	-	1	1	0	-	-	-
Formicidae	-	-	-	26	6	1,44	1	1	0
Halictidae	-	-	-	10	2	0,33	1	1	0
Ichneumonidae	-	-	-	1	1	0	-	-	-
Pompilidae	1	1	0	2	2	0,69	-	-	-
Tiphiidae	-	-	-	2	1	0	-	-	-
Vespidae	122	19	2,20	56	13	2,37	28	10	2,10
Lepidoptera									
Arctiidae	-	-	-	2	1	0	-	-	-
Amatidae	1	1	0	-	-	-	-	-	-
Nymphalidae	-	-	-	1	1	0	-	-	-

*Se incluyen el número de morfoespecies (M), el total de insectos colectados (Inv) y el índice de Shannon-Wiener (H).
Fuente: Elaboración propia

La abeja melífera y las abejas sin aguijón constituyeron menos del 30% de los insectos colectados, lo que sugiere que los insectos que representaron el 70% de las visitas juegan un papel desconocido como polinizadores. Así mismo, en ensayos se excluyeron los insectos que cumplían una comprobada acción como polinizadores y se corroboró que la actividad libre de los insectos se vio reflejada en un incremento del 20% en el amarre de fruto, lo que resalta la importancia de la polinización ejercida por una diversidad de insectos que visitan las flores.

Sin embargo, para que una especie sea considerada un polinizador, no solo es necesario que visite la flor; además de ser atraídos de manera natural por las flores y realizar visitas frecuentes durante ambas fases de la floración, deben tener el tamaño adecuado respecto a la flor y transportar grandes cantidades de polen de aguacate en su cuerpo (Wysoki et al. 2002; Nates 2005a).

Si bien *Apis mellifera* es considerada el principal agente polinizador del aguacate (Wysoki et al. 2002), a tal punto que es proclamada como una tecnología en la que recae la responsabilidad de la polinización, su comportamiento generalista revela que también puede ser atraída por diferentes especies de plantas silvestres, lo que disminuye su eficiencia en las visitas a las flores de aguacate (Ish-Am y Eisikowitch 1993); además, autores como Ish-Am et al. (1999) sugieren que el aguacate, siendo una especie nativa, coevolucionó junto con insectos propios de América, como algunas especies de abejas Meliponinae y la avispa *Brachygastra mellifica*, y no con la introducida abeja melífera que, por

su facilidad para enjambrar y aumentar su población, es altamente competitiva en recursos alimenticios y espacios para anidar y desplaza con facilidad a otras especies de insectos. En contraste, la población de visitantes florales es variable y presenta más constancia en el cultivo cuando las abejas migran a otras fuentes de alimento.

Por otro lado, el hombre ha propiciado numerosas actividades que han causado la pérdida del hábitat de los insectos, y afectan los diversos tipos de polinizadores, al ocasionar cambios en su comportamiento de nidificación o de búsqueda de fuentes de alimento. A pesar de lo anterior, algunas especies han optado por adaptarse a estos cambios, siempre y cuando el nivel de perturbación haya sido moderado. En consecuencia, la disminución de las poblaciones de insectos polinizadores implicaría un impacto económico en los cultivos que dependen de la presencia y función de estos grupos de insectos para su producción.

Ante esta situación, en primera instancia, se requiere identificar los polinizadores y las relaciones que se establecen. Para tal fin, los hemos agrupado en cuatro categorías, según su reconocimiento. En primer lugar, veremos a la abeja melífera, seguida de las abejas nativas de la región, en tercer lugar, a los visitantes florales (entendidos como los demás insectos que acarrean polen de aguacate en una proporción significativa) y, finalmente, los visitantes ocasionales, insectos que, aunque no llevan polen de aguacate, fueron capturados en la flor, y que muy probablemente juegan un papel importante en la biodiversidad y la ecología del entorno.



La abeja melífera como polinizador

Atraídas por la amplia oferta de néctar que les ofrecen las flores de aguacate durante ambas fases, las abejas melíferas se acercan a los nectarios estaminoidales y a los “verdaderos”, los tocan con la probóscide sosteniéndose con las patas, y eventualmente tocan la flor con el abdomen (figuras 8a y b). Gracias a la corta duración

de su visita, aproximadamente diez segundos, puede tener contacto con varias flores por minuto. Comparada con otras especies de polinizadores originales del aguacate, su gran tamaño (15 a 20 mm de largo) en relación con el de la flor, no es el más adecuado (figuras 8c y d).



{ 27 }

Figura 8. *A. mellifera* posada en una flor de *P. americana* cv. Hass. a. Flor en fase femenina; b. Flor en fase masculina; c. Vista dorsal; d. Vista lateral.



No obstante, cumple con las características de comportamiento que definen a un polinizador efectivo. Si bien, aparentemente, *A. mellifera* es el mayor polinizador del aguacate, del total de insectos colectados visitando las flores de aguacate en tres zonas productoras del país, solo el 14,8% corresponde a esta especie. Respecto a la diversidad del grupo de abejas que visitan la flor, en Antioquia y Cauca *A. mellifera* es la más frecuente, y en el Tolima en menor proporción.

La presencia de *A. mellifera* en el cultivo está íntimamente relacionada con el horario de apertura floral, que se da de las 8:00 h a las 16:00 h. Sin embargo,

los periodos en los que se registró una mayor cantidad de capturas en los tres departamentos se encuentran entre las 10:00 h y las 14:00 h, cuando la población de abejas melíferas presentes en las flores de aguacate se reduce (figura 9).

Se encontraron observaciones similares en estudios que evaluaron el número de colmenas que requiere una hectárea de cv. Hass. En ellos, el número promedio de abejas por árbol durante un minuto fue mayor en el periodo mencionado (figura 10). El hecho de que se realice en el momento de traslape entre fases favorece la transferencia de polen entre flores.

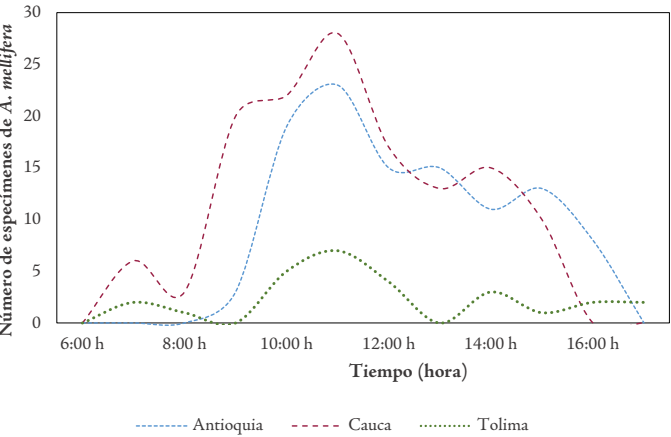


Figura 9. Número de abejas melíferas capturadas, en función de la hora del día, en los departamentos de Antioquia, Cauca y Tolima.
Fuente: Elaboración propia

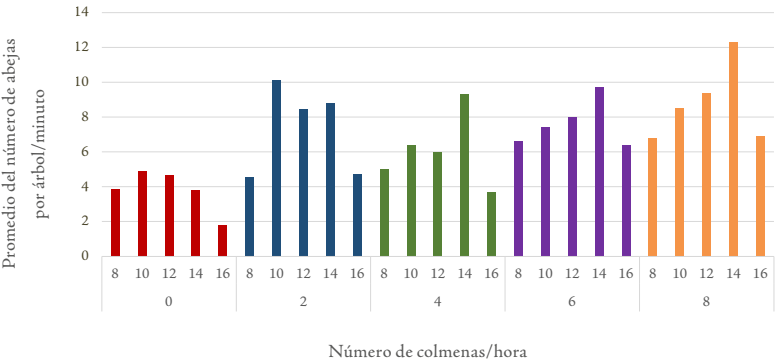


Figura 10. Promedio de densidad de abejas melíferas, en función de la hora del día, en tratamientos diferenciales por número de colmenas (0, 2, 4, 6 y 8).
Fuente: Elaboración propia

Carga polínica del aguacate

La abeja puede cargar polen de aguacate en todo su cuerpo, pero la región correspondiente a las patas muestra una mayor proporción, seguida por aquella de la cabeza (figura 11). Algunos estudios han mostrado que *A. mellifera* presenta una cantidad significativa de

polen en la frente y las patas (Castañeda et al. 1999), mientras otras investigaciones la han observado en la fosa proboscidal, la frente, el tórax ventral y las patas (Ish-Am y Eisikowitch 1993). Lo anterior explica por qué se encuentra una mayor cantidad de polen en las patas y la cabeza, pues son las dos regiones del cuerpo con las que toca la flor en su búsqueda de alimento.

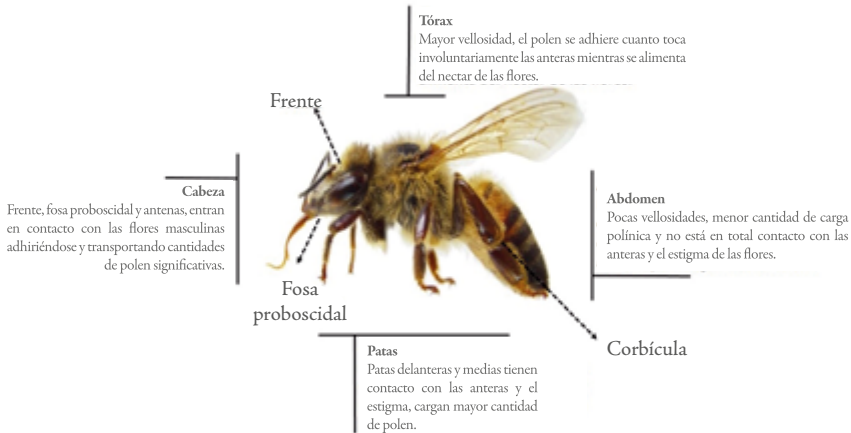


Figura 11. Regiones del cuerpo de *A. mellifera* aptas para el transporte de polen.

Fuente: Elaboración propia

{ 29 }

Otros recursos alimenticios

Se sabe que las abejas recurren a un rango amplio de plantas para forrajear, y que buscan sus recursos alimenticios en la vegetación circundante. El análisis microscópico de las cargas de polen recogidas en

el cuerpo de las abejas, en el periodo de floración del aguacate en los tres departamentos estudiados, reportó 25 tipos polínicos, pertenecientes a 18 familias, principalmente Asteraceae, Urticaceae, Poaceae y Fabaceae. En el caso de la familia Lauraceae, el aguacate es la segunda planta más usada como recurso energético (figura 12).

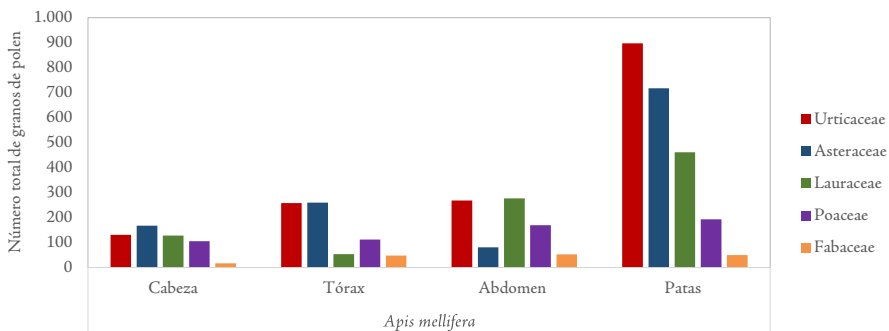


Figura 12. Principales tipos polínicos agrupados por familia, de acuerdo con la región del cuerpo de *A. mellifera*.

Fuente: Elaboración propia

Solo hubo seis familias (Cyperaceae, Malvaceae, Rosaceae, Rutaceae, Mimosaceae y Pinaceae), que no se incluyeron, ya que presentaron un bajo número de granos de polen, posiblemente por contaminación anemófila (tabla 3). Es probable que, por su amplia distribución en el cultivo y su constante floración, las arvenses de la familia Asteraceae sean las que las abejas melíferas prefieren en mayor medida, porque cubren sus necesidades energéticas y proteicas cuando la floración del aguacate disminuye.

Tabla 3. Tipos polínicos encontrados en el cuerpo de *A. mellifera*, en tres zonas productoras de Colombia

Familia Género	Número de granos de polen	Presencia en departamentos*
Lauraceae		
<i>P. americana</i>	2.132	A, C y T
Urticaceae		
<i>Cecropia</i> sp.	1.555	C
Asteraceae		
<i>Tridax</i> sp.	1.421	A, C y T
<i>Emilia</i> sp.	1.207	A, C y T
<i>Bidens</i> sp.	777	A, C y T
<i>Mikania</i> sp.	16	C
<i>Baccharis</i> sp.	10	C
<i>Eclipta</i> sp.	8	C
Otros tipos polínicos**	94	A, C y T
Poaceae		
<i>Brachiaria</i> sp.	544	C
Tipo Poaceae	34	A
Fabaceae		
<i>Machaerium</i> sp.	89	C
Tipo Fabaceae	47	C
<i>Lathyrus</i> sp.	26	A
Tipo <i>Cassia</i> sp. 2	14	C
<i>Rhynchosia</i> sp.	11	C
Myrtaceae		
<i>Eucalyptus</i> sp.	29	A
<i>Psidium guajava</i>	37	A, C y T
Solanaceae		
<i>Solanum</i> sp.	42	C
Cupressaceae		
<i>Cupressus</i> sp.	33	A
Lythraceae		
<i>Cuphea</i> sp.	33	C y T
Rubiaceae		
<i>Psychotria</i> sp.	19	C

(Continúa)

(Continuación tabla 3)

Familia	Número de granos de polen	Presencia en departamentos*
Género		
Amaranthaceae		
Tipo Amaranthaceae	10	T
Euphorbiaceae		
<i>Acalypha</i> sp.	14	C
Lamiaceae		
<i>Hyptis</i> sp.	13	A, C y T
Sapindaceae		
<i>Cupania</i> sp.	11	C
Smilacaceae		
<i>Smilax</i> sp.	10	A

*A: Antioquia; C: Cauca; T: Tolima. ** Tipos polínicos que aún no han sido asignados a un género definido.
Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta lo descrito por Girón (1995), cuando las abejas colectan polen de muy pocas especies de plantas, en una proporción mayor al 10%, puede considerarse un “recurso alimenticio importante”, mientras que, si colectan polen de un gran número de especies vegetales, pero en pequeñas proporciones, se dice que es un “recurso alimenticio alternativo”. La cantidad o riqueza de tipos polínicos reportados depende de la abundancia del recurso (floración escasa o abundante) y la preferencia de las abejas por el recurso colectado.

Respecto a la clasificación anterior, para la abeja melífera el aguacate y el yarumo (*Cecropia* sp.) son recursos alimenticios importantes, de igual forma que arvenses como el pincel (*Emilia* sp.), el cadillo (*Bidens* sp.) y la papunga (*Tridax* sp.). En este mismo sentido, constituyen recursos polínicos alternativos el guaco (*Mikania* sp.), la Santa María (*Baccharis* sp.), el botón blanco (*Eclipta* sp.), la braquiaria (*Brachiaria* sp.) y los géneros de las familias Fabaceae, Lythraceae, Solanaceae, Rubiaceae, Myrtaceae, Sapindaceae y Lamiaceae. Esto sugiere que *A. mellifera* mantiene su pecoreo entre las flores de aguacate y las plantas más frecuentes de la zona (figura 13).

Polinización por abejas nativas

En Colombia, las también llamadas abejas sin aguijón o angelitas comprenden un extenso grupo de especies, difícil de precisar; Nates (2005b) reporta 120. Sus particulares hábitos de nidificación y distinción de castas son muestra de su gran organización social, comportamiento que comparten con las abejas melíferas (Nates 2001). Aunque se han reportado algunas especies que causan daño a botones florales de plantas cultivadas, se les reconoce en mayor medida como polinizadores, debido a que la mayoría de las especies de este grupo acuden a las flores en busca de proteína y energía (figura 14).

Las capturas realizadas durante la temporada de floración del aguacate cv. Hass en Antioquia, Cauca y Tolima revelaron que el 13,8% de los insectos que visitan la flor corresponden a las abejas nativas, agrupadas en seis géneros (figuras 15, 16, 17); los géneros *Partamona* y *Trigona* se encontraron en las tres zonas (tabla 4). A excepción de la especie *Trigona amalthea*, son abejas de porte reducido, de hasta 10 mm de largo, una característica determinante en el requerimiento energético y la posibilidad de permanecer en esta pequeña flor, por lo cual son considerados polinizadores efectivos.

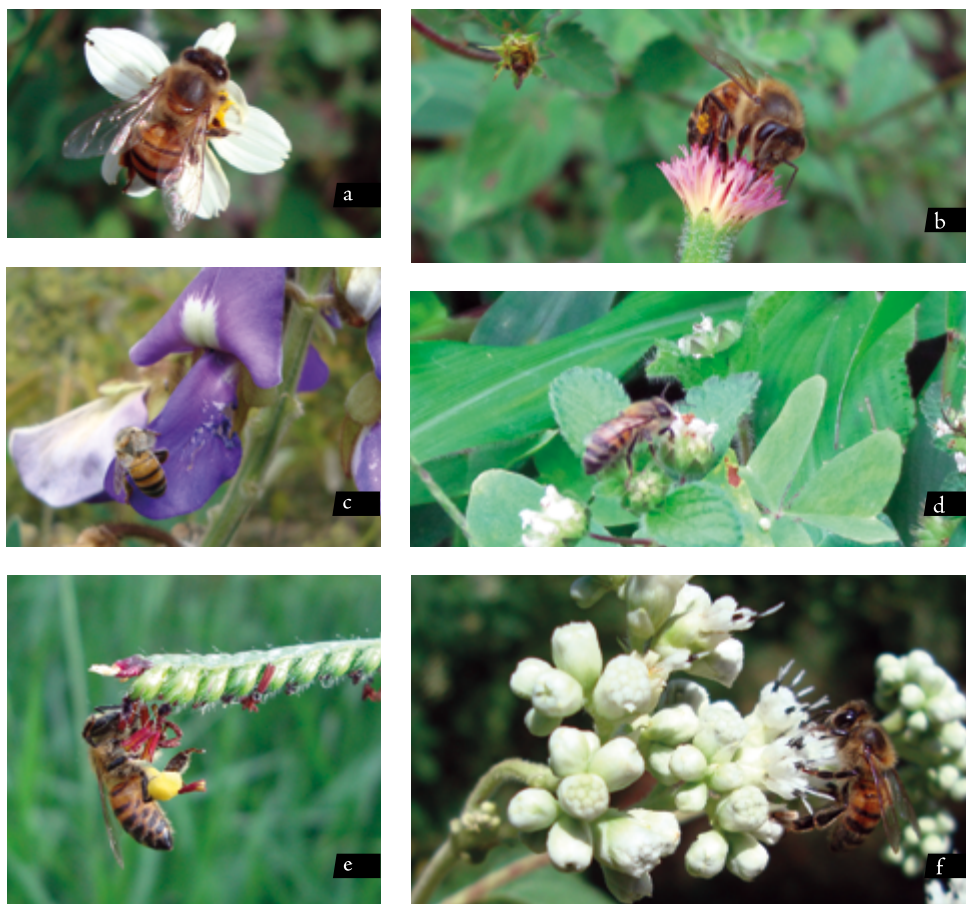


Figura 13. *A. mellifera* visitando diferentes géneros. a. *Bidens* sp.; b. *Emilia* sp.; c. *Crotalaria* sp.; d. *Borreria* sp.; e. *Brachiaria* sp.; f. *Baccharis* sp.



Figura 14. Abejas nativas visitando flores en busca de alimento. a. *Tetragonisca angustula* posada en una flor de aguacate; b. Abeja nativa ocasionando daño en la flor *Hibiscus* sp.



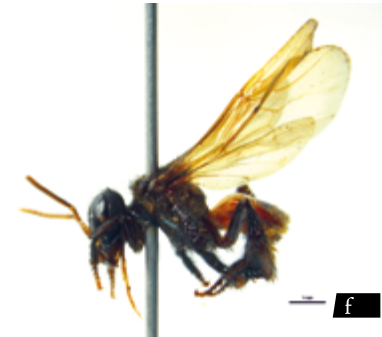
{ 33 }

Figura 15. Abejas colectadas en el departamento del Cauca. a. y b. *P. cf. aequatoriana*; c. y d. *S. barrocoloradensis*; e. y f. *T. angustula*.



{ 34 }

Figura 16. Abejas colectadas en el departamento de Antioquia. a. y b. *Partamona* sp.; c. y d. *P. cf. prosopiformis*; e. y f. *Trigona amalthea*.



{ 35 }

(Continúa figura 17)

(Continuación figura 17)



Figura 17. Abejas colectadas con mayor frecuencia en el departamento del Tolima. a. y b. *P. cf. peckolti*; c. y d. *F. cf. nigra*; e. y f. *Scaptotrigona* sp.; g. y h. *S. barrocoloradensis*. i. y j. *Partamona* sp.; k. y l. *P. cf. frontalis*.

Tabla 4. Número de especímenes de abejas sin aguijón capturadas visitando las flores de aguacate cv. Hass, en tres departamentos de Colombia

Departamento	Especies	N.º de especímenes
Antioquia	<i>Partamona</i> sp.	18
	<i>Paratrigona</i> cf. <i>prosopiformis</i>	9
	<i>Scaptotrigona</i> cf. <i>tricolorata</i>	66
	<i>Trigona</i> cf. <i>amalthea</i>	7
Cauca	<i>Scaptotrigona barrocoloradensis</i>	51
	<i>Tetragonisca angustula</i>	33
	<i>Partamona</i> cf. <i>aequatoriana</i>	20
	<i>Trigona</i> sp.	5
Tolima	<i>Partamona</i> cf. <i>peckolti</i>	40
	<i>Frieseomelitta</i> cf. <i>nigra</i>	32
	<i>Scaptotrigona</i> sp.	8
	<i>Scaptotrigona barrocoloradensis</i>	5
	<i>Trigona</i> cf. <i>amalthea</i>	4
	<i>Plebeia</i> cf. <i>frontalis</i>	2
	<i>Partamona</i> sp.	2
	<i>Plebeia</i> sp.	1

{ 37 }

Fuente: Elaboración propia



Sus cortas visitas (de, en promedio, diez segundos) se dan en las dos fases de floración, de manera fluctuante durante el día (figura 18). Este comportamiento se explica porque las abejas que se acercan a la flor del aguacate son colectoras de néctar. Observaciones del forrajeo de *Melipona favosa* muestran que las abejas colectoras de polen retornan

de modo recurrente a la colmena, para almacenar el alimento y alimentar a las obreras dentro del nido, actividad que puede tardar 1,5 minutos, a diferencia de las colectoras de polen que invierten pocos segundos (Sommeijer et al. 1983). Por esta razón, se presentan diferentes niveles poblacionales de abejas durante los periodos de forrajeo.

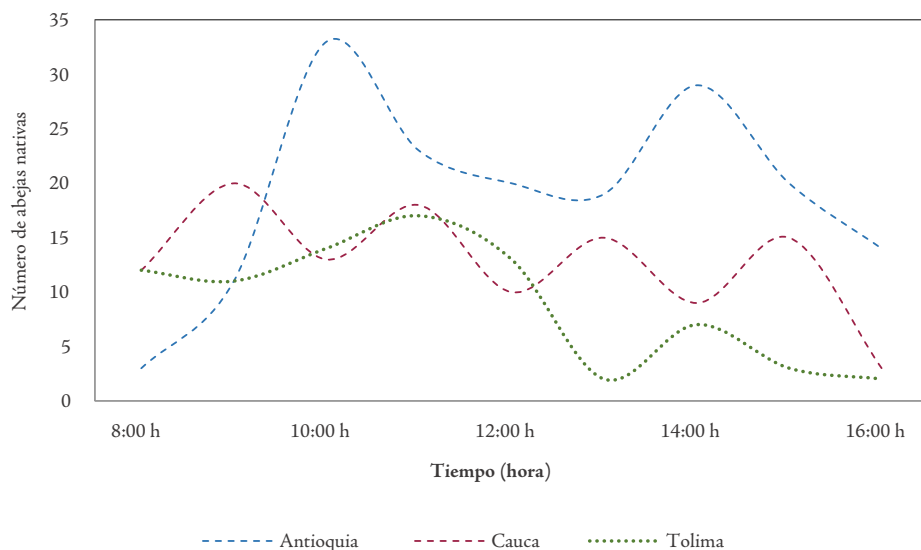


Figura 18. Número de abejas silvestres, en función de la hora del día, en los departamentos de Antioquia, Cauca y Tolima.

Fuente: Elaboración propia

Especies que acarrean polen de aguacate

Del total de abejas sin aguijón que fueron colectadas visitando flores de aguacate, se encontró polen en ocho especies identificadas de los géneros *Partamona*, *Scaptotrigona*, *Frieseomelitta*, *Plebeia* y *Tetragonisca*. Esta diversa agrupación es la responsable de aproximadamente el 30% del transporte de polen. De manera fluctuante, en cada departamento se destacó una especie diferente, *P. cf. peckolti* y *F. cf. nigra* en el Tolima, seguida de *S. barrocoloradensis* en el Cauca

y *Plebeia* sp. en Antioquia, lo que deja claro que el potencial como polinizador no radica en una especie, sino en la diversidad y la abundancia.

En su encuentro con la flor del aguacate en fase masculina, las especies acuden a los nectarios utilizando la probóscide y abriéndose paso con las patas, con esto dejan expuesto su cuerpo, escaso en vellosidades, a cualquier contacto con las anteras maduras, esta es la razón por la cual es natural que se encuentre polen en todas las partes de su cuerpo. Sin embargo, en la mayoría de las especies se observó que la región de las patas era una zona apta para llevar polen (figuras 19, 20 y 21).

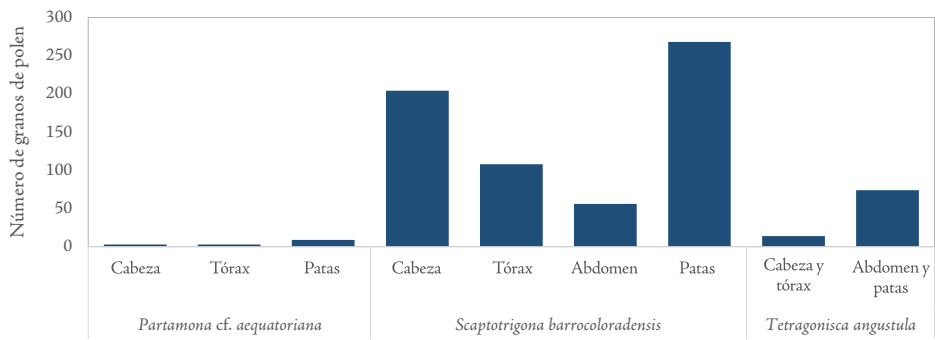


Figura 19. Carga de polen de aguacate, en función de la región del cuerpo de las abejas silvestres presentes en el Cauca.
Fuente: Elaboración propia

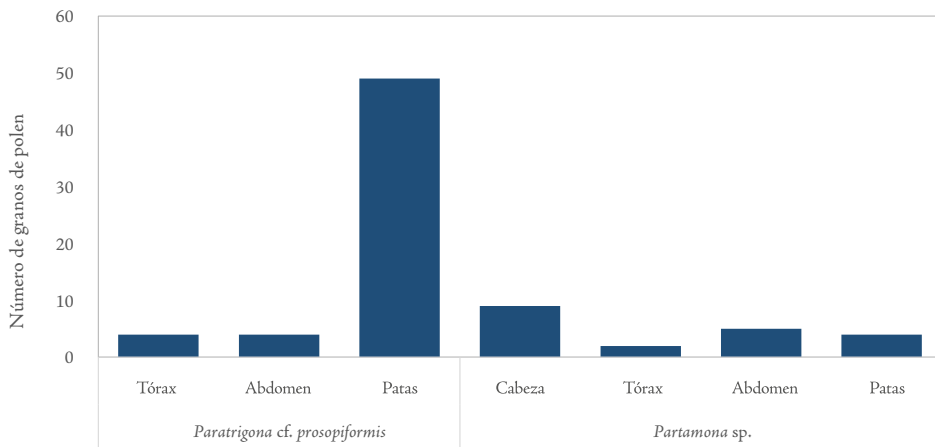


Figura 20. Carga de polen de aguacate, en función de la región del cuerpo de las abejas silvestres presentes en Antioquia.
Fuente: Elaboración propia

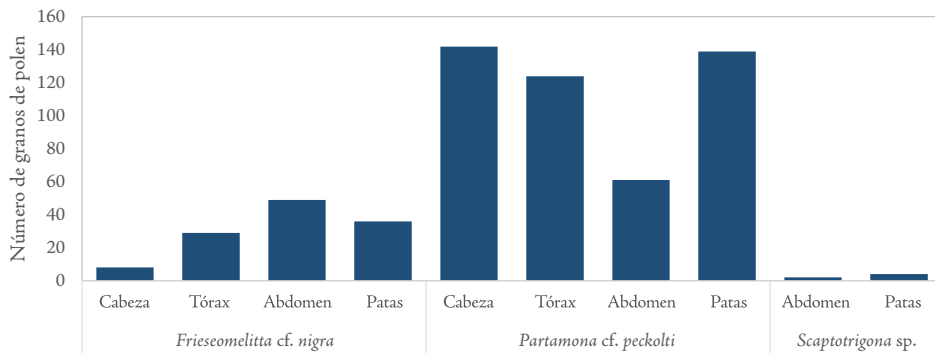


Figura 21. Carga de polen de aguacate, en función de la región del cuerpo de las abejas silvestres presentes en el Tolima.
Fuente: Elaboración propia

Otros recursos alimenticios

Las cargas de polen encontradas en el cuerpo de las abejas nativas contenían diecinueve tipos polínicos,

correspondientes a los recursos florales a los que estas especies llegan con mayor frecuencia (tabla 5). Las flores de la familia Asteraceae fueron las más visitadas, de un modo ampliamente competitivo con las flores de la familia Lauraceae.

Tabla 5. Tipos polínicos visitados con mayor frecuencia por las abejas nativas en aguacate cv. Hass

Familia Tipos polínicos	Número total de granos de polen	Abejas nativas*
Asteraceae		
<i>Taraxacum</i> sp.	2.332	PrP, P y TAm
<i>Emilia</i> sp.	1.423	PrP, SB, TA, PP y FN
<i>Tridax</i> sp.	898	PA, SB, TA, PP y P
<i>Mikania</i> sp.	408	PA y SB
<i>Bidens</i> sp.	206	PA, SB, TA, PP y P
Tipo Asteraceae	150	SB y PP
Tipo Asteraceae 2	66	SB y PA
<i>Baccharis</i> sp.	7	PA y SB
Lauraceae		
<i>Persea americana</i>	1.444	PrP, P, TAm, ST, TA, SB, PA, FN, S y PP
Myrtaceae		
<i>Psidium</i> sp.	683	PrP, P y SB
Fabaceae		
<i>Inga</i> sp. 1	300	SB
<i>Inga</i> sp. 3	32	SB
<i>Inga</i> sp. 4	28	SB
Poaceae		
<i>Brachiaria</i> sp.	59	TA
<i>Cynodon</i> sp.	9	TA
Euphorbiaceae		
Tipo Euphorbiaceae	7	SB, PP
<i>Drypetes</i> sp.	7	SB, TA
Amaranthaceae		
Tipo Amaranthaceae	9	PP
Urticaceae		
<i>Cecropia</i> sp.	8	PA y SB

* FN: *Frieseomelitta* cf. *nigra*; PA: *Partamona* cf. *aequatoriana*; PP: *Partamona* cf. *peckolti*; P: *Partamona* sp.; PrP: *Paratrígona* cf. *prosopiformis*; SB: *Scaptotrigona barrocoloradensis*; S: *Scaptotrigona* sp.; TA: *Tetragonisca angustula*; TAm: *Trígona amalthea*; ST: *Scaptotrigona* cf. *tricolorata*.

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los tipos de polen provinieron de las familias Asteraceae, Lauraceae, Myrtaceae y Fabaceae. La diversidad de polen muestra que los géneros *Taraxacum* sp. (diente de león), *Mikania* sp. (guaco), *Tridax* sp. (papunga), *Bidens* sp. (cadillo), *Emilia* sp. (pincel), *Baccharis* sp. (Santa María), *Psidium* sp. (guayaba) e *Inga* spp. (guamo) constituyen plantas que reciben visitas con gran frecuencia, lo que podría sugerir que las abejas, entre un amplio rango de plantas que ofrecen recursos florísticos, desarrollan selectividad y preferencia por algunos recursos alimenticios más que por otros. Por ejemplo, entre las abejas capturadas visitando el aguacate en las tres zonas, una menor proporción visita u obtiene recursos de los pastos, como *Cynodon* sp. (pasto argentina), y árboles, como *Psidium* sp. (guayaba), *Drypetes* sp. (huesillo) y *Cecropia* sp. (yarumo).

Algunos tipos de polen son más frecuentes en determinadas especies de abejas; sin embargo, pueden presentarse casos que muestran un desarrollo de la

preferencia por un determinado número de plantas. En las abejas *T. angustula*, *P. cf. peckolti*, *P. cf. aequatoriana* y *S. barrocoloradensis* se observó un comportamiento más forrajero, comparado con *F. nigra*, que mostró una mayor selectividad y que dedica la mayoría de sus visitas a las flores del aguacate.

Se observó un carácter variable en el suministro de néctar y polen de todas las especies de abejas sin aguijón, comportamiento que comparte con *A. mellifera*; específicamente, estos dos grupos coinciden en los géneros *Bidens*, *Emilia* y *Tridax*. Si bien *Taraxacum* sp. es el género más abundante, solo es transportado por tres especies de abejas.

Por otro lado, la especie *S. barrocoloradensis* muestra preferencia por plantas del género *Inga* spp. (Fabaceae), comúnmente usadas como cercas vivas. De esta manera, es posible inferir que las abejas sin aguijón son generalistas y concentran su actividad entre las flores presentes en el cultivo y las fuentes de polen distantes (figura 22).



Figura 22. Abejas silvestres posadas. a. Flores de plátano (*Musa* sp.); b. Flores de diente de león (*Taraxacum* sp.).

Visitantes florales

El grupo de los visitantes florales es poco estudiado, pero de gran importancia en la polinización entomófila. La carga polínica total de aguacate en el cuerpo de los insectos muestra su capacidad de transportar más del 30%, lo que sugiere que su importancia no se da de manera independiente pues, con respecto a *Apis*, ninguna morfoespecie supera su capacidad de transportar polen; sin embargo, su diversidad los convierte en potenciales polinizadores. En Colombia, las familias Vespidae, Calliphoridae, Bibionidae, Syrphidae, Tachinidae y Sarcophagidae son las más representativas, y en menor proporción algunas familias de los órdenes Coleoptera (Melolonthidae y Cantharidae) y Hemiptera (Reduviidae) (figura 23).

Se ha observado que, cuando la floración del aguacate disminuye hasta volverse escasa, las abejas concentran su atención en las flores de arvenses y dejan en segundo plano la polinización del cultivo principal. Durante este periodo son los insectos visitantes florales quienes aprovechan esta oportunidad de baja competencia

para posarse en las flores de aguacate en busca de néctar y polen. Por la diversidad que caracteriza a este grupo, se dan diferentes tipos de preferencia respecto a sus hábitos alimenticios.

Algunas especies de bíbionidos, calífidos y sarcófagos resultan ser constantes en sus visitas a la floración del aguacate en lo que se refiere a las arvenses; mientras que los sírfidos y taquíidos manifiestan necesitar otras fuentes de alimento, específicamente géneros de la familia Asteraceae, como *Emilia* sp. (pincel), *Bidens* sp. (cadillo), *Tridax* sp. (papunga) y plantas comunes (tabla 6).

Dado que la diversidad de estos insectos y la de la flora asociada al cultivo de aguacate desempeñan funciones biológicas y polinizadoras en conjunto, es necesario implementar el manejo adecuado de las arvenses, las plantas silvestres y los árboles como corredores biológicos. De igual forma, se requiere disminuir y controlar la aplicación de agroquímicos, con el fin de ayudar a proteger a los polinizadores originales del aguacate.

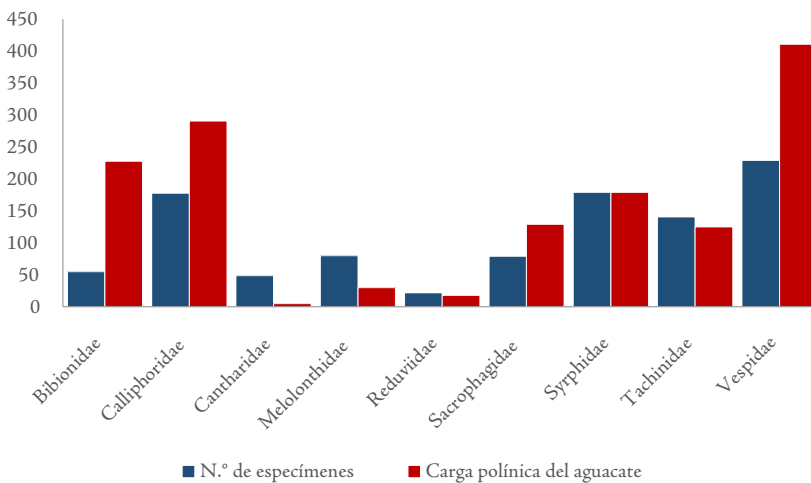


Figura 23. Carga polínica del aguacate, proporcional con el número de especímenes por familia.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Principales tipos polínicos encontrados en insectos visitantes florales del aguacate *P. americana* cv. Hass

Familia Tipo polínico	Número total de granos de polen	Presencia por departamento
Asteraceae		
<i>Emilia</i> sp.	3.630	A, C y T
<i>Bidens</i> sp.	1.911	A, C y T
<i>Tridax</i> sp.	1.201	A, C y T
<i>Taraxacum</i> sp.	96	A y T
<i>Mikania</i> sp.	10	C
<i>Eclipta</i> sp.	9	C
<i>Baccharis</i> sp.	5	C
Lauraceae		
<i>Persea americana</i>	1.556	A, C y T
Euphorbiaceae		
<i>Croton</i> sp.	164	A, C y T
<i>Drypetes</i> sp.	17	C
Rutaceae		
<i>Citrus</i> sp.	32	C y T
Amaranthaceae		
<i>Amaranthus</i> sp.	30	C
Poaceae		
<i>Panicum</i> sp.	14	C
<i>Cynodon</i> sp.	7	C
<i>Brachiaria</i> sp.	5	C
Rubiaceae		
<i>Psychotria</i> sp.	15	C
Fabaceae		
<i>Senna</i> sp.	15	C
<i>Inga</i> sp.	6	C
Bignoniaceae		
<i>Tabebuia</i> sp.	9	C
Solanaceae		
<i>Solanum</i> sp.	5	C
Urticaceae		
<i>Cecropia</i> sp.	2	C

*A: Antioquia; C: Cauca; T: Tolima.

Fuente: Elaboración propia

Familia Bibionidae

Se considera que esta familia tiene importancia agro-nómica por sus hábitos en los estados larval y adulto. Según Hardy (1961), sus larvas son principalmente carroñeras, sus hábitats más comunes son el estiércol, las hojas en descomposición, los prados de hierba, la hojarasca de bosques y pastos, lo que contribuye a la formación del suelo, al acelerar procesos de humificación. Sin embargo, se han reportado larvas que se alimentan con las estructuras subterráneas de cultivos de cereales, hortalizas, flores ornamentales y cultivos forrajeros (Fitzgerald 2005).

Los adultos son moscas pequeñas o moderadamente grandes, presentan un marcado dimorfismo sexual en

la cabeza: los machos poseen grandes ojos holópticos y las hembras, pequeños y dicópticos (Hardy 1981). Inmediatamente después de emerger de la tierra, los machos copulan con las hembras; en particular, algunas especies del género *Plecia* vuelan mientras están en la cópula, que puede llegar a durar tres días, por esta razón, reciben el nombre de “insectos del amor”.

En este estado, la importancia de sus hábitos reside en su papel como polinizadores. Aparentemente nectarívoros, pueden verse en las flores, alimentándose de néctar y polen. Lewis y Smith (1969) observaron cantidades significativas de bibiónidos visitando flores de pera, y los géneros *Dilophus* y *Bibio*, junto con otros dípteros, han sido considerados por Free (1993) como polinizadores importantes en árboles frutales.

{ 44 }

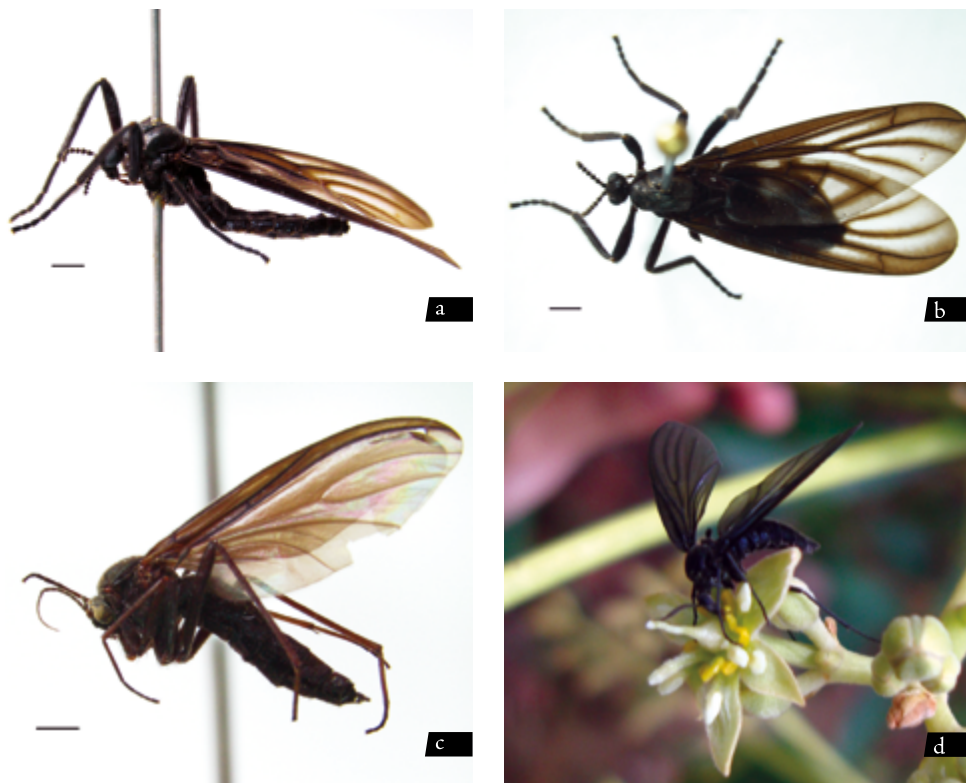


Figura 24. Bibiónidos polinizadores del aguacate en el departamento del Cauca. Morfoespecie 1: a. Vista lateral; b. Vista dorsal. Morfoespecie 3: c. Vista lateral; d. Bibiónido posado en una flor de aguacate en fase femenina.

Su papel como polinizador

En Colombia, su presencia es notable durante los dos periodos anuales de floración del aguacate. En general, los bibiónidos se acercan a la fase femenina de la flor, para obtener el recurso de néctar que esta suministra como recompensa para los polinizadores.

Su visita dura un promedio de diez segundos y algunos aprovechan la ocasión para copular. Si bien en las tres zonas se reportaron bibiónidos visitando flores de aguacate, en el departamento del Cauca (figura 24) y en el Tolima (figura 25) solo una morfoespecie sobresalió como polinizadora, con un porcentaje significativo de polen de aguacate (tabla 7).



Figura 25. Bibiónidos polinizadores del aguacate en el departamento del Tolima. Morfoespecie 1: a. Vista lateral; b. Posado en una flor de aguacate en fase femenina.

{ 45 }

Tabla 7. Número de granos de polen en las morfoespecies de bibiónidos polinizadores de <i>P. americana</i> , por departamento			
Departamento		Familia	
Especie N°	Lauraceae	Asteraceae	Rutaceae
Cauca			
Morfoespecie 1	166	2	-
Morfoespecie 3	1	4	4
Tolima			
Morfoespecie 1	61	81	-

Fuente: Elaboración propia

Familia Calliphoridae

En general, se trata de dípteros robustos, de talla pequeña a grande (4 a 16 mm). Suelen ser oscuros y sin brillos metálicos o, muy comúnmente, con brillos metálicos azulados y verdes o cobrizos (Aguado et al. 2015). Sus reconocidos hábitos coprofágicos y, por lo tanto, su potencial como transmisores de patógenos entéricos, han hecho que exista una aversión a las moscas. Sin embargo, aunque es cierto que se han reportado tribus como Chrysomyini, Phormiini y Luciliini parasitando animales (Shewell 1992), debe reconocerse su papel en tratamientos médicos, como indicadores forenses, agentes de desintegración y polinizadores.

Respecto a esta última función, se ha constatado que en cultivos como la cebolla y la zanahoria su rendimiento fue igual o más alto que cuando se emplearon abejas melíferas. Lo anterior ha motivado que se use para polinizar plantas del género *Brassica*, flores y fresas (Heath 1982).

{ 46 } Su papel como polinizador

Durante periodos de floración en Colombia, los reportes de visitas de califóridos al aguacate los ubican como una de las familias más abundantes en esta actividad. Esto hace suponer que se da una respuesta a la morfología floral del aguacate, que tiene las características que la convierten en una flor atractiva para las moscas, pues se cree que los califóridos poseen la capacidad de distinguir el color, que pueden discriminar al menos entre el amarillo y el azul, y que prefieren el amarillo. Además, optan por flores de forma regular y sencilla, con colores pálidos pero sin brillo, con guías de néctar y un olor imperceptible para el hombre (Heath 1982).

Su patrón de visita consiste en acercarse a la flor durante ambas fases, tocar los tépalos con las patas anteriores y medias, consumir el alimento energético de los nectarios verdaderos y estaminodiales con la probóscide, y tardar en promedio diez segundos. Finalmente, se mueven entre las inflorescencias de manera ágil y regresan a flores que ya habían visitado.

Del mismo modo, Castañeda et al. (1999) reporta que en México *Phoenicia mexicana* es abundante en la época de floración del aguacate y que *Chrysomya megacephala* constituye un vector secundario de polen. Considerando la carga polínica de interés, en Colombia hay cinco especies que se caracterizan por tener un alto número de granos de polen en su cuerpo, sobre todo en la región de las patas, como *Chrysomya putoria* y *Lucilia eximia* (figuras 26, 27 y 28). Como recurso alternativo, recurren a asteráceas de los géneros *Bidens* y *Tridax*, y en menor proporción a las amarantáceas (tabla 8). En conclusión, algunos géneros de califóridos son polinizadores efectivos del aguacate.



Figura 26. Califórido polinizador del aguacate en el departamento del Tolima. Morfoespecie 1: a. Vista dorsal; b. Vista lateral.

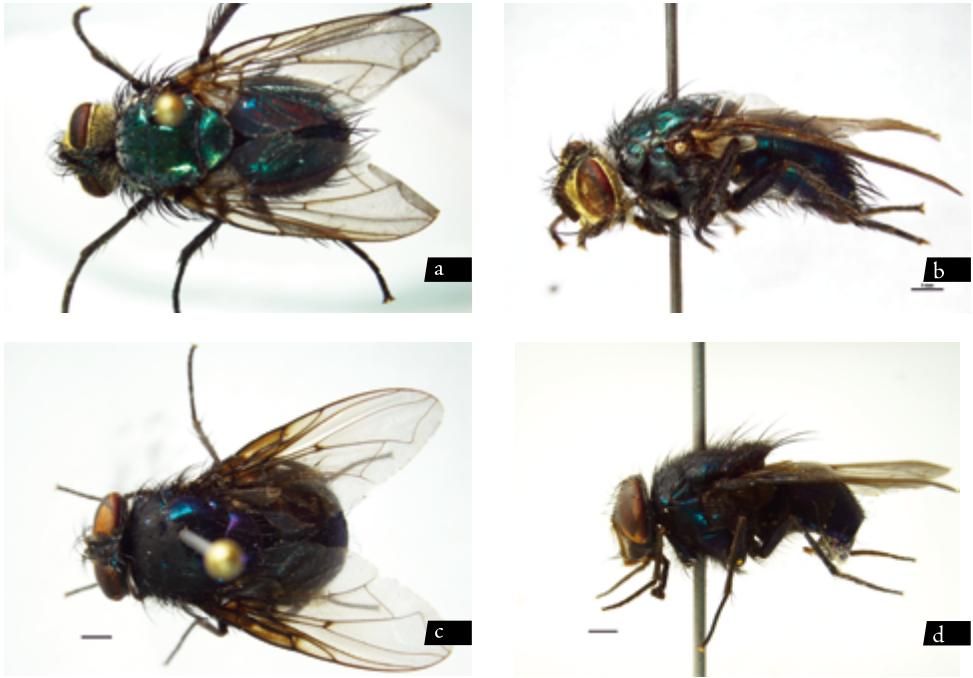


Figura 27. Califóridos polinizadores del aguacate en el departamento de Antioquia. Morfoespecie 5: a. Vista dorsal; b. Vista lateral. Morfoespecie 8: c. Vista dorsal; d. Vista lateral.



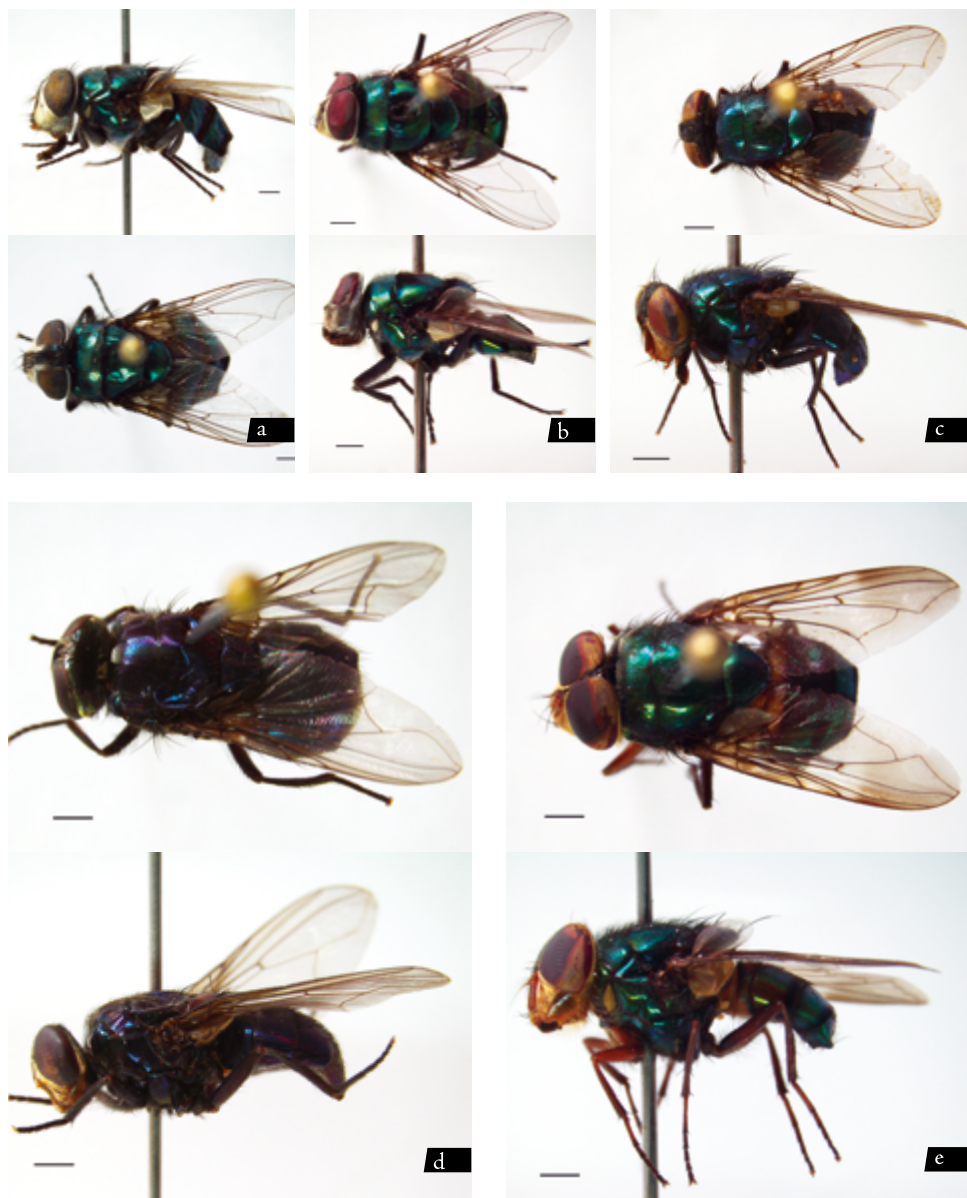


Figura 28. Califóridos polinizadores del aguacate en el departamento del Cauca. a. *C. putoria*; b. Morfoespecie 2; c. *L. eximia*; d. Morfoespecie 1; e. Morfoespecie 7.

Tabla 8. Número de granos de polen en las morfoespecies de califóridos polinizadores de *P. americana*, por departamento

Departamento			Familia		
Especie N°	Lauraceae	Asteraceae	Poaceae	Amaranthaceae	Rubiaceae
Cauca					
Morfoespecie 1	88	1	5	-	-
Morfoespecie 2	34	-	-	-	-
Morfoespecie 7	120	-	-	-	-
<i>Lucilia Eximia</i>	27	36	3	30	13
<i>Chrysomya putoria</i>	19	76	-	-	-

Fuente: Elaboración propia



Familia Cantharidae

Se trata de coleópteros, sobre todo depredadores, también conocidos como escarabajos soldados. En su edad adulta se encuentran a menudo en follaje y flores, donde se alimentan de néctar y polen y, de modo complementario, depredan insectos. Su comportamiento en la flor permite suponer que pueden cumplir una función de polinizadores (Quintano 2009). Independientemente de su estadio, se han reportado varias especies depredando poblaciones de insectos de cuerpo blando (huevos o larvas de mariposas, trips y pulgones) que infestan plantas, arbustos y árboles (Pelletier y Hébert 2014).

Cuando la floración es abundante, puede observarse su atracción por la flor, para alimentarse y utilizarla como plataforma sexual. Durante este proceso, la hembra se alimenta de polen, y se prepara para la producción de huevos y el proceso de oviposición (Quintano 2009). Se ha observado que la mayoría de los cantáridos son muy activos durante el día, pero que pueden detener su actividad si la temperatura aumenta.

Las larvas prefieren microhábitats con alta humedad relativa, y su presencia es común en las hojarascas, la tierra suelta, debajo de piedras o escombros, y en asociación con madera en proceso de descomposición;

por lo tanto, el manejo del suelo constituye una labor que se debe tener en cuenta (laboreo moderado). Las larvas de *Chauliognathus* son conocidas por ser depredadoras voraces, y han sido observadas depredando adultos de la familia Chrysomelidae, larvas de la subfamilia Cicindelidae, así como huevos del orden Orthoptera (Pelletier y Hébert 2014).



Figura 29. Cantárido polinizador del aguacate en el departamento del Tolima. Morfoespecie 2: a. Vista dorsal; b. Vista lateral; c. Cantáridos posados sobre la flor en apareamiento.

Su papel como polinizador

En estudios relacionados con la entomofauna en México, León et al. (2009) agrupan a los cantáridos dentro de los insectos fitófagos y depredadores en el aguacate, y Rodríguez et al. (2015) asocian estos escarabajos con el polen y el néctar de las flores, que se han encontrado visitándolas cuando la floración estaba en su punto más alto, con el fin de alimentarse y aparearse.

En Colombia se han reportado cuatro géneros de cantáridos visitando flores de aguacate cv. Hass, por

lo general en la fase femenina y con menor frecuencia en la masculina (figura 29). Son más activos en las horas de la mañana y su presencia disminuye en la tarde. Sin embargo, solo uno de sus géneros porta una baja cantidad de polen de aguacate en su cuerpo; además, muestra una preferencia por el polen de la familia Asteraceae y su gran tamaño no es el apropiado para la flor. Por lo tanto, no cumplen con las condiciones para ser polinizadores efectivos del aguacate, aunque en determinados momentos juegan un rol en el control de insectos fitófagos (tabla 9).

Tabla 9. Número de granos de polen en las morfoespecies de cantáridos polinizadores de *P. americana*, por departamento

Departamento	Familia	
	Lauraceae	Asteraceae
Tolima		
Morfoespecie 2	5	11

Fuente: Elaboración propia

Familia Melolonthidae

En Colombia, esta familia comprende 582 especies, pertenecientes a 107 géneros (Villegas et al. 2008). Los insectos asociados a este grupo son importantes en la agricultura y reconocidos por la variedad de funciones que cumplen en los ecosistemas naturales, como descomponedores de materia orgánica, consumidores primarios y secundarios, y posibles polinizadores (Reyes y Morón 2005).

En estado adulto, los hábitos de alimentación de estos escarabajos son muy diversos. Se concentran en el follaje, las flores, el néctar o el polen de plantas silvestres y cultivadas (se los ha observado visitando las flores con corolas abiertas), y rara vez se alimentan de frutos sanos (Zarazúa 2008). Varios estudios han demostrado que los coleópteros se comportan más a menudo como depredadores de polen y solo algunas veces como polinizadores accidentales (Smith et al. 2005), por lo que su rol en esa función es pobre.

Su papel como polinizador

Se registra una mayor actividad de los escarabajos adultos en horas de la mañana, cuando se encuentran en la flor copulando o alimentándose, principalmente durante la fase femenina y en pocas ocasiones en la fase masculina o en los botones florales. Pueden realizar visitas cortas, aunque es posible que sus hábitos reproductivos causen que duren más de dos minutos. Algunos géneros tienen la capacidad de transportar polen de aguacate en su cuerpo (tabla 10), debido a su pequeño tamaño, que les facilita el acceso a nectarios y que se tropiecen con los estambres (figura 30), pero su baja carga polínica y su reducido número de visitas los clasifica como polinizadores poco efectivos.

Se recomienda evitar que sus poblaciones se eleven drásticamente, ya que se sabe que algunas especies de melolontidos son plagas de diversos cultivos (sobre todo las larvas rizófagas), como *Macroductylus tenuilineatus*, con poblaciones numerosas frecuentes, cuando los adultos se agrupan sobre las inflorescencias durante



{ 52 }

Figura 30. Coleópteros polinizadores del aguacate en el departamento del Tolima. Morfoespecie 3: a. Vista dorsal; b. Vista lateral. Morfoespecie 2: c. Vista dorsal; d. Vista lateral. Morfoespecie 5: e. Vista dorsal. f. Vista lateral. Morfoespecie 6: g. Vista dorsal; h. Vista lateral.

Tabla 10. Número de granos de polen en las morfoespecies de melolóntidos polinizadores de *P. americana*, por departamento

Departamento	Familia	
Especie N°	Lauraceae	Asteraceae
Tolima		
Morfoespecie 6	10	-
Morfoespecie 5	8	-
Morfoespecie 3	9	-
Morfoespecie 2	2	2
<i>Macroductylus tenuilineatus</i>	1	5

Fuente: Elaboración propia



{ 53 }

Figura 31. *M. tenuilineatus* en la flor del aguacate en el departamento del Tolima. a. Consumiendo polen o néctar; b. Agrupados en los botones florales apareándose; c. Vista lateral; d. Vista dorsal.

largos periodos de tiempo, alimentándose y apareándose, lo que llega a causar daños a los botones florales (figura 31).

Familia Reduviidae

Presentes en todo el mundo (Weirauch 2008), los reduvidos (Hemiptera: Heteroptera) están representados por 981 géneros y 6.878 especies

(Henry 2009). Su diversidad morfológica es inmensa y está ligada a las diferentes estrategias de su historia de vida (Weirauch et al. 2014). Con frecuencia los adultos miden de 4 a 40 mm, poseen una cabeza alargada, patas largas y un rostrum prominente con tres segmentos. A menudo son de color negro y marrón, y algunos pocos de colores brillantes (Bierle et al. 2002). En todo el mundo, solo una de sus subfamilias ha sido reportada como transmisora del mal de Chagas en humanos.

Más de 150 especies de Reduviidae son depredadores voraces de plagas (Weirauch et al. 2014), y varias de ellas se utilizan como enemigos naturales, por lo que son conocidas como “chinchas asesinas” (Chandra et al. 2014). Sin embargo, aunque es raro, algunas especies parecen complementar su dieta con néctar extrafloral o succionando la savia de la planta, perforando el tejido vegetal (Guillermo et al. 2012).

Su papel como polinizador

Pese a que existen pocos registros de visitas de esta familia de chinches a flores de aguacate, en Colombia, en los departamentos de Antioquia

y Cauca, se observaron redúvidos posados en la flor en las fases femenina y masculina. Tocaban los tépalos con su abdomen y patas durante un corto tiempo, aunque pueden durar hasta un minuto, atraídos por sus presas, los insectos que se acercan a los nectarios y estaminodios.

En efecto, el contacto involuntario con las partes sexuales florales hace que transporten polen en su cuerpo (tabla 11). Sin embargo, considerando que la morfología de la mayoría de ellos carece de estructuras que faciliten el traslado de polen, presentan una carga baja de polen de aguacate. Por lo tanto, no son considerados polinizadores efectivos (figura 32).

{ 54 }

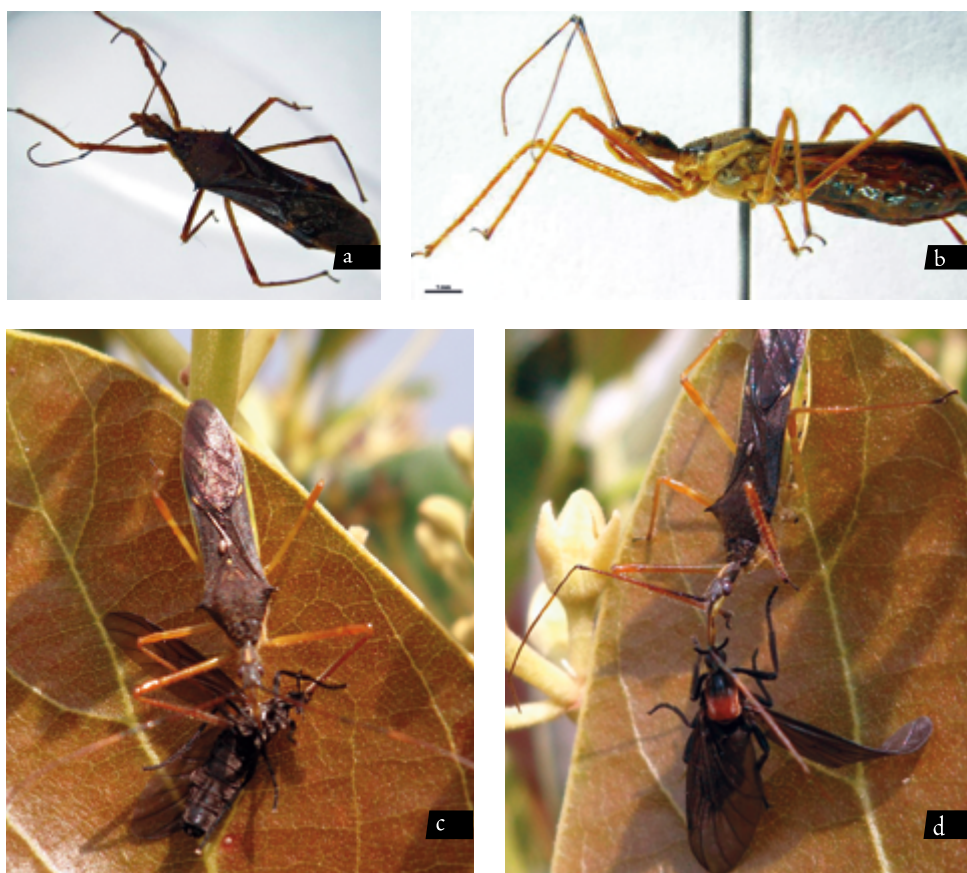


Figura 32. Redúvidos polinizadores del aguacate en el departamento de Antioquia. a. Morfoespecie 2, vista dorsal; b. Morfoespecie 2, vista lateral; c y d. Morfoespecie 2, predando a un bibiónido.

Tabla 11. Número de granos de polen en una morfoespecie de redúvidos polinizadores de *P. americana*, por departamento

Departamento	Familia			
Especie N°	Lauraceae	Asteraceae	Euphorbiaceae	Poaceae
Antioquia				
Morfoespecie 2	18	5	3	11

Fuente: Elaboración propia

Familia Sarcophagidae

Esta familia cuenta con más de 2.500 especies y 100 géneros, entre ellos 27 están registrados en Colombia, y se encuentra distribuida en el trópico y las regiones cálidas. Tienen hábitos variados: son desde necrófagos y coprófagos hasta depredadores y parasitoides (Buenaventura et al. 2009). Son moscas robustas, que presentan coloraciones grisáceas que en algunas especies varían a coloraciones ocreas, su tórax está marcado con bandas negras, y el extremo del abdomen de los machos puede ser de un color rojo o naranja (Flores y Dale 1995).

Cumplen sus estados larvales en restos de material en descomposición o excrementos, que sirven de alimento para larvas y adultos (Sánchez 2009). Debido a su estrecha relación con los seres humanos (sinantropismo) y el hecho de que dependen de tejidos vivos o muertos para completar su ciclo de vida, tienen un impacto significativo en áreas como la parasitología y la entomología forense (Díaz y Kaufman 2011).

Poco se sabe de su papel como polinizadores, pero las observaciones y los resultados de algunos autores demuestran que el número de especies que visitan las flores es significativo y que además actúan como posibles o únicos polinizadores, como sucede en las familias Asclepiadaceae y Apocynaceae (Pisciotta et al. 2011),

Orchidaceae (Van der Niet et al. 2011) y algunas especies de la familia Solanaceae (Moré et al. 2013).

Su papel como polinizador

Las moscas se posan primero sobre las hojas y realizan vuelos cortos hasta aterrizar sobre las flores, consumen néctar en las fases femenina y masculina, permanecen sobre los brotes florales intentando abrir los tépalos con sus patas, y tienden a regresar a las flores antes visitadas. En este corto encuentro, que puede durar ocho segundos, se sostienen con las patas anteriores y medias. Estas moscas continúan activas durante todo el día, pasando de una flor a otra, y la presencia de su población disminuye hacia el final de la tarde.

En general, la diversidad de individuos es alta, aunque el número de especies polinizadoras es reducido (figura 33). Castañeda et al. (1999) mencionan que *Oxysarcodexia trivialis* visita las flores de aguacate, pero sin registro de polen. En Colombia, la morfoespecie 3, encontrada en el departamento de Tolima, además de ser atraída por la floración del aguacate, tiene el potencial de transportar su polen en proporciones significativas (tabla 12), lo que sumado a sus movimientos ágiles entre las flores la hace una potencial polinizadora.

{ 55 }

Tabla 12. Número de granos de polen en las morfoespecies de sarcófagidos polinizadores de *P. americana*, por departamento

Departamento	Familia
Especie N°	Lauraceae
Tolima	
Morfoespecie 3	129

Fuente: Elaboración propia



Figura 33. Sarcófago polinizador del aguacate en el departamento del Tolima. Morfoespecie 3: a. Vista general; b. Vista dorsal; c. Vista lateral.

Familia Syrphidae

Más conocidos como las moscas de las flores, los sírfidos adultos tienen hábitos muy diversos, así como tamaños y formas muy variadas, con colores atractivos y manchas o líneas transversales, con dimensiones del cuerpo comprimido que varían entre los 4 y 25 mm (Castillo 2013). Son heliófilos y muy activos, y algunas de sus especies son migradoras. Otro aspecto que se debe considerar es su gran parecido con especies de bombílidos, vespídos, ápidos, múscidos y conópidos.

Visitan las flores con frecuencia, para alimentarse de su polen o su néctar (Pérez et al. 2007), y se destaca su papel como polinizadores de muchas plantas herbáceas, arbustivas y arbóreas, tanto en ecosistemas como en zonas de cultivo (Thompson y Rotheray 1998). Las larvas de algunas de sus especies son importantes depredadoras de áfidos y pseudocócidos (Castillo 2013).

Su papel como polinizador

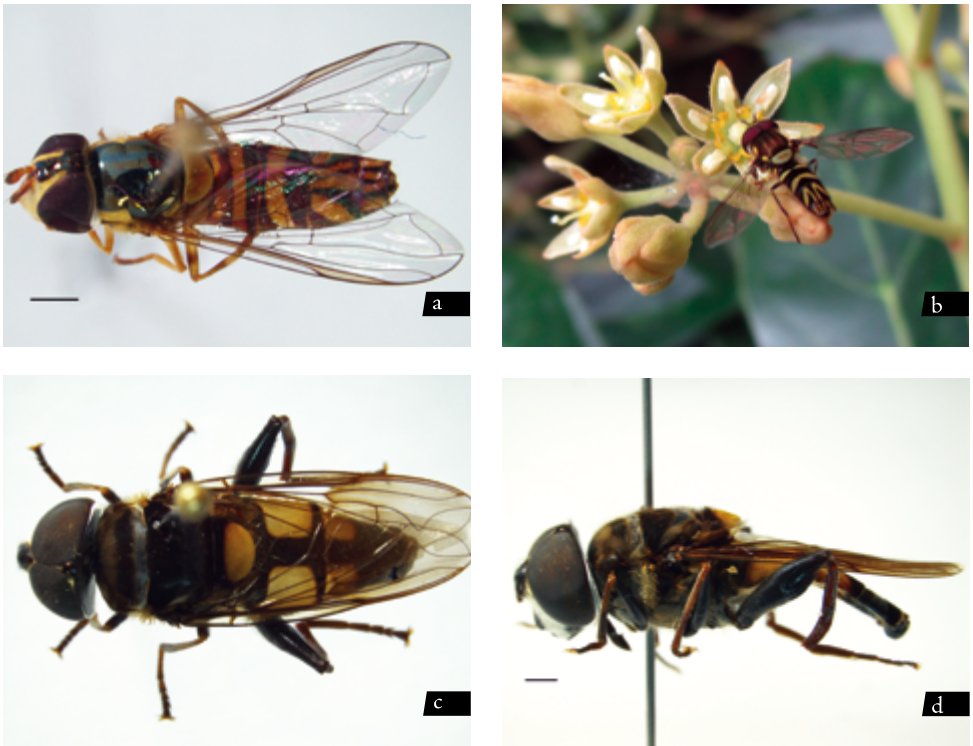
Con más de 20 morfoespecies, se posiciona como la familia más diversa entre los insectos que son atraídos por la floración del aguacate en Colombia. Los géneros *Palpada*, *Allograpta* y *Toxomerus*, así como la especie *Ornidia obesa*, han sido reportados en las tres zonas, visitando flores de aguacate durante ambas fases. Ingresan a la flor lateralmente, tocan los estaminodios con las patas anteriores y la probóscide, y se sostienen con las patas medias. Son rápidas y hábiles en su vuelo, y sus visitas son cortas.

Respecto al transporte de polen de aguacate en su cuerpo, solo cuatro géneros mostraron esta capacidad en Colombia (tabla 13); específicamente, los ejemplares de tamaño pequeño, como *Allograpta obliqua* y *Toxomerus* sp., especies que cumplen el papel de polinizadores efectivos del aguacate, con cargas polínicas significativas en la región de las patas (figuras 34, 35 y 36).

Tabla 13. Número de granos de polen en las morfoespecies de sírfidos polinizadores de *P. americana*, por departamento

Departamento	Familia			
	Lauraceae	Asteraceae	Fabaceae	Poaceae
Antioquia				
<i>Palpada</i> sp.	10	-	-	-
<i>Ornidia obesa</i>	2	-	-	-
<i>Toxomerus</i> sp.	37	-	-	-
Cauca				
<i>Allograpta obliqua</i>	119	1.475	-	-
<i>Palpada scutellaris</i>	6	676	8	6
Tolima				
<i>Ornidia obesa</i>	4	2.376	-	-
<i>Palpada</i> sp.	1	1.206	-	-

Fuente: Elaboración propia



{ 57 }

Figura 34. Sírfidos polinizadores del aguacate en el departamento del Cauca. *A. obliqua*: a. Vista dorsal; b. Posada en flor de aguacate; *P. scutellaris*: c. Vista dorsal; d. Vista lateral.



Figura 35. Sífidos polinizadores del aguacate en el departamento de Antioquia. *Palpada* sp.: a. Vista dorsal; b. Vista lateral; *O. obesa*: c. Vista dorsal; d. Vista lateral; *Toxomerus* sp.: e. Vista dorsal; f. Vista lateral.



Figura 36. Sífidos polinizadores del aguacate en el departamento del Tolima. *Palpada vinetorum*: a. Vista dorsal; b. Vista lateral; c. *O. obesa*; d. *O. obesa*, vista dorsal.

Familia Tachinidae

Dentro del orden Diptera, esta familia es superada solamente por Limoniidae en lo que se refiere a diversidad de especies, con 1.683 géneros y 9.899 especies descritas en el mundo (Irwin et al. 2003). Respecto a su función ecológica, presenta una característica importante: son endoparasitoides de insectos y otros artrópodos, como numerosas especies de Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Orthoptera y Diptera, de importancia agrícola o forestal (Morón y Terrón 1988; Wood 1992). Dentro de los Tachinidae existen especies ovíparas, consideradas primitivas, así como especies ovilavíparas y microovilavíparas, que han desarrollado complejos sistemas reproductores para lograr introducir sus larvas en el hospedero (Wood 1992).

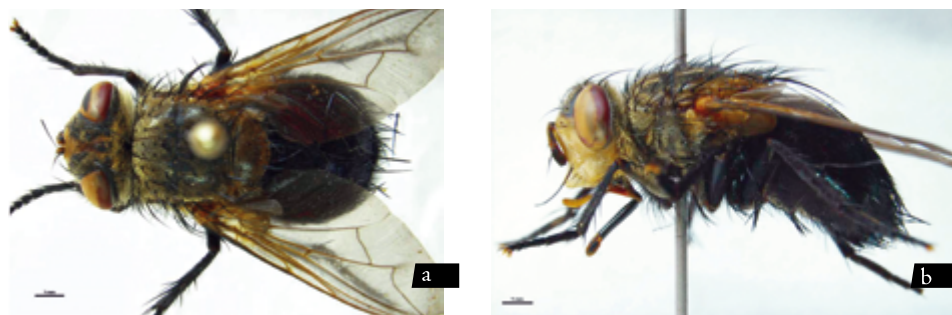
Debido a su predominio como parasitoides en la etapa larval, los taquínidos a menudo desempeñan un papel importante en la regulación de las poblaciones de

herbívoros y en la estructuración ecológica de comunidades tanto naturales como dirigidas. Algunas de sus especies han sido utilizadas en programas de control biológico de plagas, y se obtuvo un éxito parcial o completo (Stireman et al. 2006).

Su papel como polinizador

Según Ish-Am et al. (1997), en México se observaron poblaciones abundantes de taquínidos de los géneros *Hysticia* y *Leschenaultia* visitando flores de aguacate, pero portando bajos contenidos de polen. En Colombia, durante el mismo periodo, se describieron observaciones similares en el cultivar Hass en tres departamentos productores (figuras 37, 38, y 39). Presentes en ambas fases florales, se sostienen poniendo las patas sobre los tépalos y tocan los nectarios con la probóscide; su estancia en la flor puede prolongarse ligeramente, hasta un minuto.

La amplia diversidad de especies agrupadas en esta familia de moscas presentes durante el periodo de



{ 60 }

Figura 37. Taquínidos polinizadores del aguacate en el departamento de Antioquia. Morfoespecie 1: a. Vista dorsal; b. Vista lateral. Morfoespecie 2: c. Vista dorsal; d. Vista lateral. Morfoespecie 9: e. Vista dorsal; f. Vista lateral.



Figura 38. Taquínidos polinizadores del aguacate en el departamento del Cauca. *Leschenaultia* sp.: a. Vista dorsal; b. Vista lateral.



{ 61 }

(Continúa figura 39)

(Continuación figura 39)



{ 62 }

Figura 39. Taquinidos polinizadores del aguacate en el departamento del Tolima. Morfoespecie 1: a. Vista dorsal; b. Vista lateral. Morfoespecie 2: c. Vista dorsal; d. Vista lateral. Morfoespecie 7: e. Vista dorsal; f. Vista lateral. Morfoespecie 8: g. Vista dorsal; h. Vista lateral. Morfoespecie 9: i. Vista dorsal; j. Vista lateral. Morfoespecie 10: k. Vista dorsal; l. Vista lateral.

Tabla 14. Número de granos de polen en las morfoespecies de taquinidos polinizadores de *P. americana*, por departamento

Departamento	Familia				
Especie N°	Lauraceae	Asteraceae	Poaceae	Euphorbiaceae	Cyperaceae
Antioquia					
Morfoespecie 1	12	4	4	-	-
Morfoespecie 2	6	7	1	33	-
Morfoespecie 9	1	1	-	-	-
Cauca					
<i>Leschenaultia</i> sp.	44	11	6	-	8
Tolima					
Morfoespecie 1	1	53	1	-	-
Morfoespecie 2	1	624	-	-	-
Morfoespecie 7	13	1.056	-	-	-
Morfoespecie 8	1	820	-	-	-
Morfoespecie 9	30	-	-	-	-
Morfoespecie 10	16	204	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

floración, en conjunto con la característica general de que sus cuerpos están cubiertos de setas, así como su comportamiento de visita, hacen pensar que juegan un destacado papel en la polinización de este cultivar. Sin embargo, la cuantificación de la carga polínica hace que el papel como potencial polinizador se limite al género *Leschenaultia* y a la morfoespecie 9 encontrada en el Tolima.

Hecha la observación anterior, podemos afirmar que las demás especies de la familia Tachinidae son insectos que demuestran poca preferencia por los recursos florales ofrecidos por el aguacate, y que están orientados a otras fuentes alimenticias, principalmente de la familia Asteraceae (tabla 14).

Familia Vespidae

Con aproximadamente 314 géneros y 4.000 especies, esta familia es predominante en el trópico. Por lo general, los adultos poseen colores negro, azul metálico o marrón, y algunos están marcados con líneas blancas o amarillas. Hay especies solitarias y sociales (Carpenter 1982; Brothers y Finnamore 1993); la gran mayoría de ellas anida en zonas aledañas a casas o edificaciones, y otras optan por los doseles de los árboles. Tienen la capacidad de construir sus nidos con barro o fibras vegetales previamente masticadas (Hanson y Gauld 2006).

Las avispas pueden cumplir un papel importante en el transporte de polen. Cuando visitan varias flores, para coleccionar agua y azúcares, en su cuerpo pueden quedar adheridas cantidades significativas de polen, por lo que consiguen actuar como polinizadores de algunas especies de plantas (Somavilla et al. 2010). Las avispas que desarrollan hábitos depredadores se alimentan sobre todo de larvas de lepidópteros, y algunas hembras cazan presas para obtener la proteína necesaria para la producción de huevos (Hanson y Gauld 2006).

Los vespídeos pueden actuar como reguladores de varias plagas agrícolas y podrían contribuir al

desarrollo de medidas de control biológico, ya que, si bien su capacidad de regulación de los insectos dañinos es menor, no deben descartarse como parte de la fauna benéfica para los cultivos.

Su papel como polinizador

En Colombia, los registros de captura indican que existe un amplio número de morfoespecies, distribuidas en mayor proporción en Antioquia. Las avispas optan por visitar las flores masculinas y las femeninas de igual forma, y su presencia es frecuente durante todo el día, cuando coleccionan polen y néctar del aguacate. Cuando llegan a la flor, se posan sosteniéndose en el pedúnculo floral, debido a su gran tamaño y peso (excepto *Brachygastra* sp.); luego rozan o mastican suavemente los nectarios o los estaminodios.

En este proceso, tocan los estambres con la cabeza y las antenas, que quedan impregnadas de polen, lo que se concluye con el análisis de la carga polínica, en el que se observó que la cabeza y el tórax portaban una gran cantidad de polen de aguacate. Los vespídeos pueden permanecer en la flor hasta nueve segundos y visitar de una a tres flores antes de regresar a su colonia o cambiar de fuente alimenticia.

Se encontraron cinco morfoespecies transportando polen de aguacate, pero *Brachygastra* sp. sobresalió frente a las otras avispas (tabla 15). Su tamaño y la cantidad de granos de polen hallados en su cuerpo la postulan como un polinizador efectivo de este frutal. En lo que se refiere a los géneros restantes, *Polistes* sp. puede considerarse un potencial polinizador (figuras 40 y 41).

En estudios relacionados con visitantes florales del aguacate, Castañeda et al. (1999) reportaron 13 especies de vespídeos, y la avispa mexicana de la miel, *B. mellifica*, fue la segunda especie polinizadora después de la abeja nativa *Geotrigona acapulconis*. En contraste, los géneros *Polistes* y *Mischocyttarus* no fueron considerados polinizadores eficientes.

Tabla 15. Número de granos de polen en las morfoespecies de véspidos polinizadores de *P. americana*, por departamento

Departamento	Familia	
Especie N°	Lauraceae	Asteraceae
Antioquia		
Morfoespecie 16	1	-
Tolima		
<i>Brachygastra</i> sp.	288	1.062
Morfoespecie 3	17	-
<i>Polistes</i> sp.	78	296
<i>Polybia</i> cf. <i>emaciata</i>	27	1

Fuente: Elaboración propia

{ 64 } Figura 40. Véspido polinizador del aguacate en el departamento de Antioquia. Morfoespecie 16: a. Vista dorsal; b. Vista lateral.



(Continúa figura 41)

(Continuación figura 41)



Figura 41. Véspidos polinizadores del aguacate en el departamento del Tolima. *Brachygastra* sp.: a. Vista dorsal; b. Vista lateral. Morfoespecie 3: c. Vista dorsal; d. Vista lateral. *Polistes* sp.: e. Vista dorsal; f. Vista lateral. *P. cf. emaciata*: g. Vista dorsal; h. Vista lateral.

{ 65 }

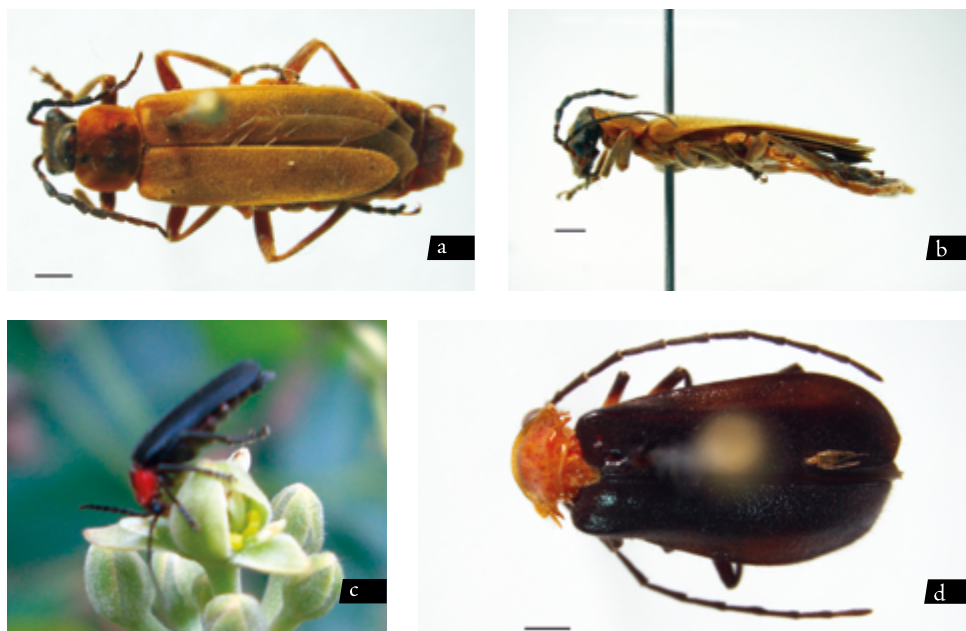
Visitantes florales ocasionales

Dentro de las colectas realizadas, se destacan algunos insectos que visitan las flores, pero que no cargan polen de aguacate en su cuerpo. A este grupo pertenecen moscas, avispas, escarabajos, chinches y hormigas, entre otros, que están presentes en el cultivo o en sus

alrededores (plantas silvestres, árboles frutales o bosques), y que cumplen un papel biológico dentro de la cadena trófica. Este conjunto de fuentes alimenticias y hábitats ayuda a mantener las poblaciones de visitantes en equilibrio y flujo constante. El siguiente registro fotográfico revela la diversidad de especies de insectos que visitan las flores de aguacate (figuras 42 a 62).



Figura 42. Especie de la familia Chrysomelidae que hace parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. Morfoespecie 1: a. Posada en flor cerrada; b. Vista dorsal.



{ 66 }

Figura 43. Especies de la familia Cantharidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. Morfoespecie 1: a. Vista dorsal; b. Vista lateral. Morfoespecie 2: c. Posada en flor; d. Vista dorsal.



Figura 44. Especie de la familia Coccinellidae que hace parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. Morfoespecie 1: a. Posada en flor; b. Vista dorsal.

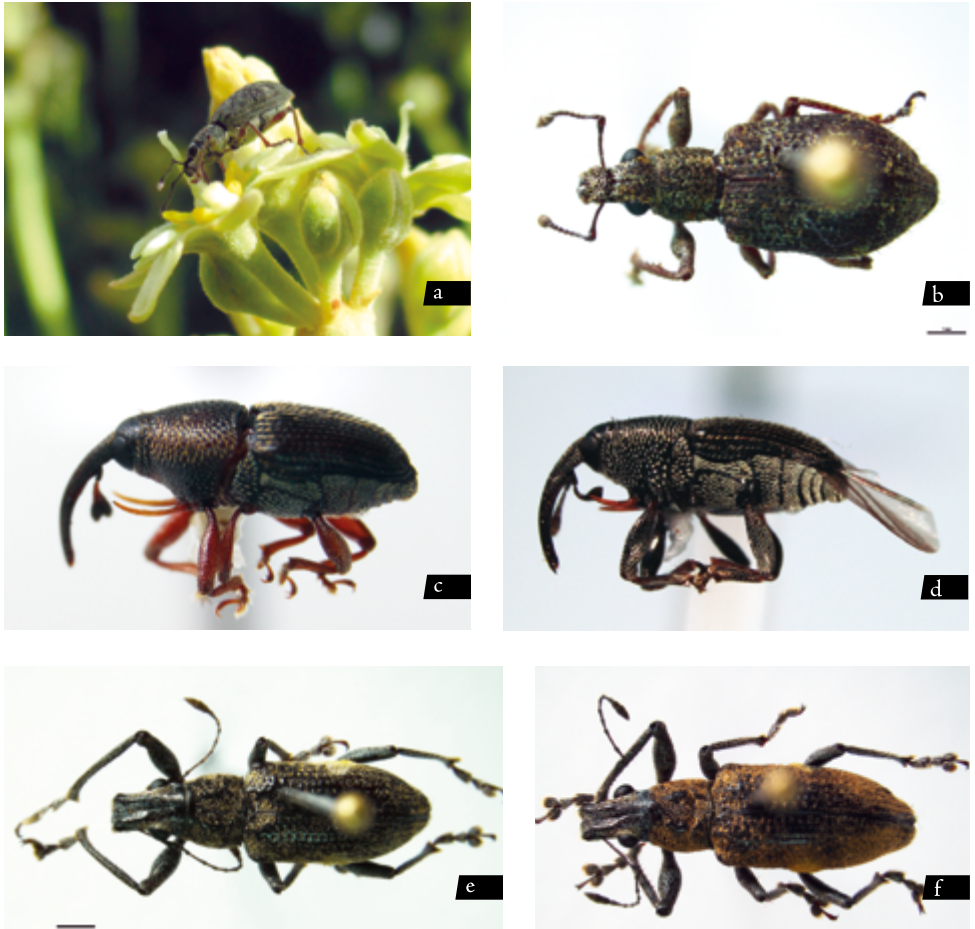


Figura 45. Especies de la familia Curculionidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. Morfoespecie 1: a. Posada en flor; b. Vista dorsal; c. Morfoespecie 2; d. Morfoespecie 3; e. Morfoespecie 4; f. Morfoespecie 5.

{ 68 }

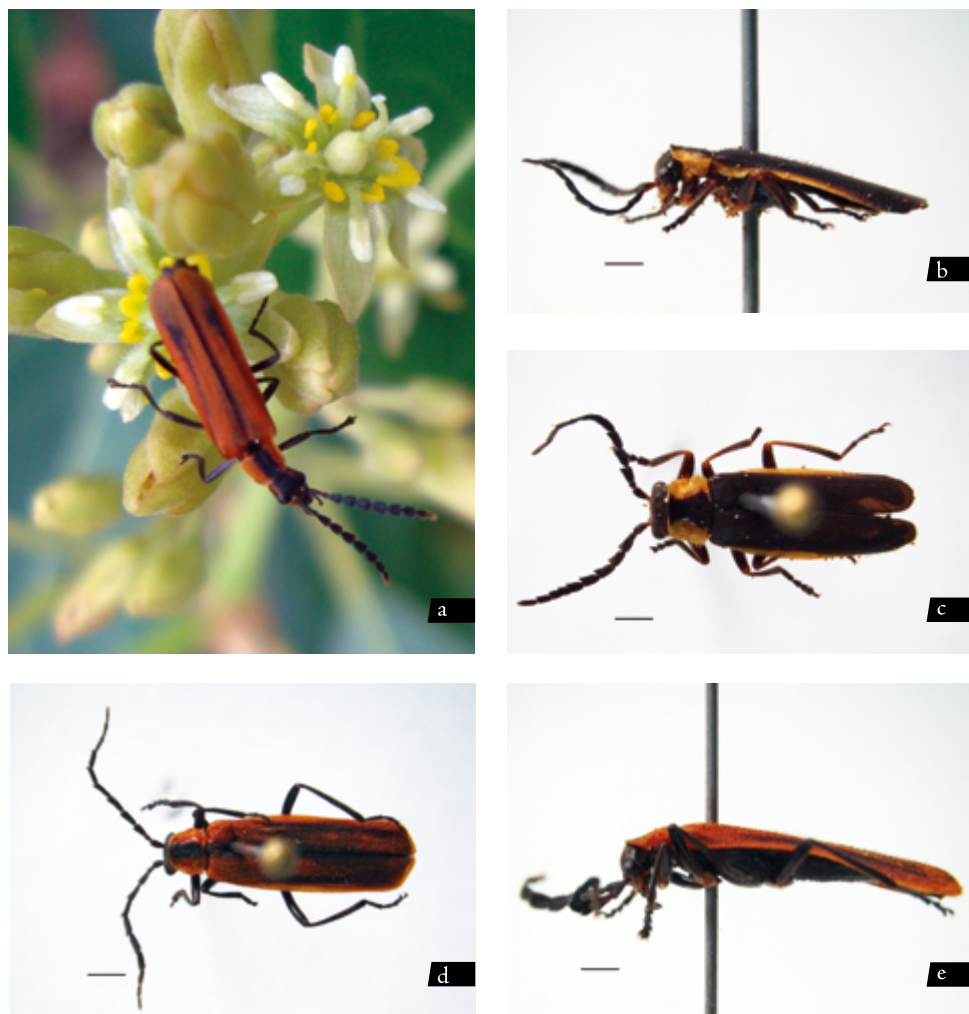


Figura 46. Especies de la familia Lycidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. Morfoespecie 1: a. Posada en flor. Morfoespecie 2: b. Vista lateral; c. Vista dorsal. Morfoespecie 3: d. Vista dorsal; e. Vista lateral.

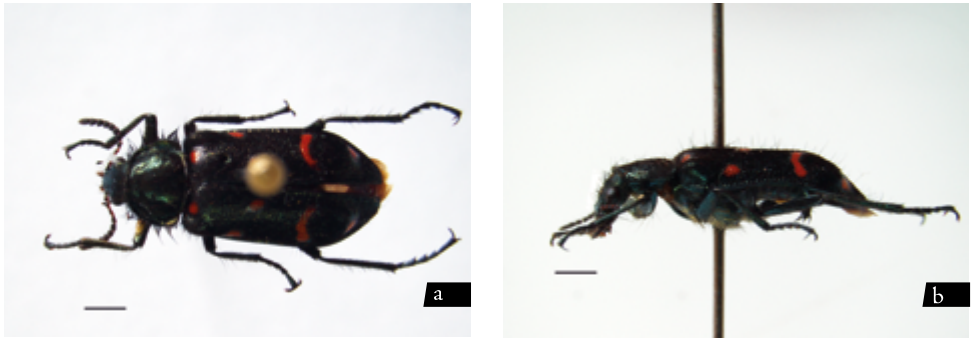


Figura 47. Especie de la familia Melyridae que hace parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. Morfoespecie 1: a. Vista dorsal; b. Vista lateral.



Figura 48. Especies de la familia Melolonthidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. Morfoespecie 1: a. Posada en flor; b. Vista lateral. Morfoespecie 2: c. Posada en flor; d. Vista lateral.

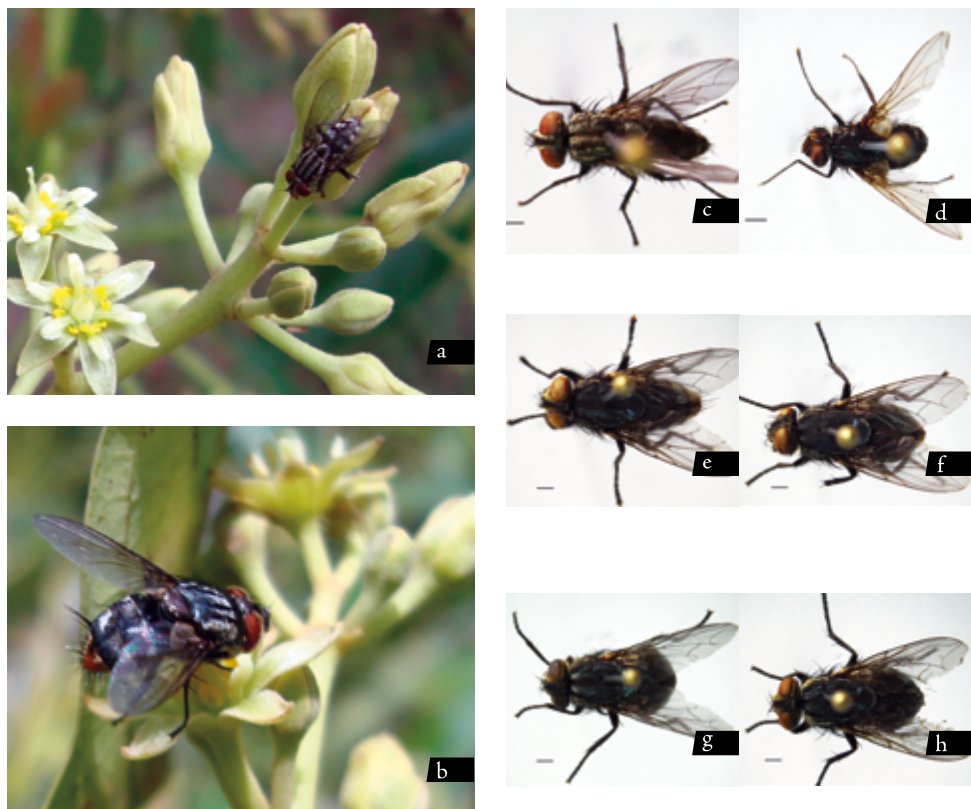


Figura 49. Especies de la familia Sarcophagidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. Morfoespecie 1: a. y b. Posada en flor; c. Morfoespecie 2; d. Morfoespecie 3; e. Morfoespecie 4; f. Morfoespecie 5; g. Morfoespecie 6; h. Morfoespecie 7.



{ 71 }

Figura 50. Especies de la familia Calliphoridae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. a., b. y c. Califórido posado en flor; d. Morfoespecie 1; e. Morfoespecie 2; f. Morfoespecie 3; g. Morfoespecie 4; h. Morfoespecie 5; i. Morfoespecie 6; j. Morfoespecie 7; k. Morfoespecie 8.

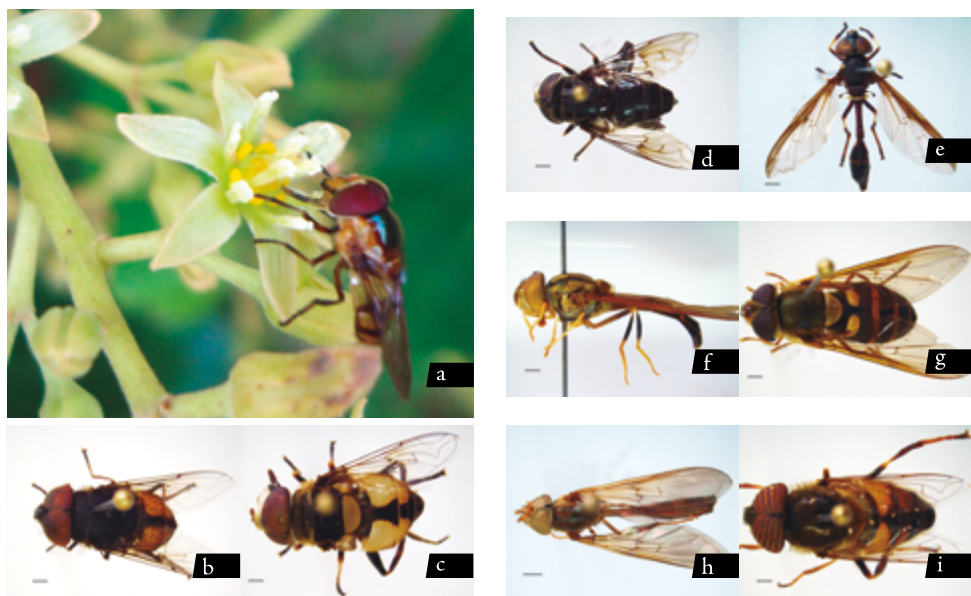


Figura 51. Especies de la familia Syrphidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. a. Sírvido posado en flor; b. Morfoespecie 1; c. Morfoespecie 2; d. Morfoespecie 3; e. Morfoespecie 4; f. *Hybobathus persimilis*; g. Morfoespecie 6; h. *Hybobathus lineatus*; i. Morfoespecie 8.

{ 72 }

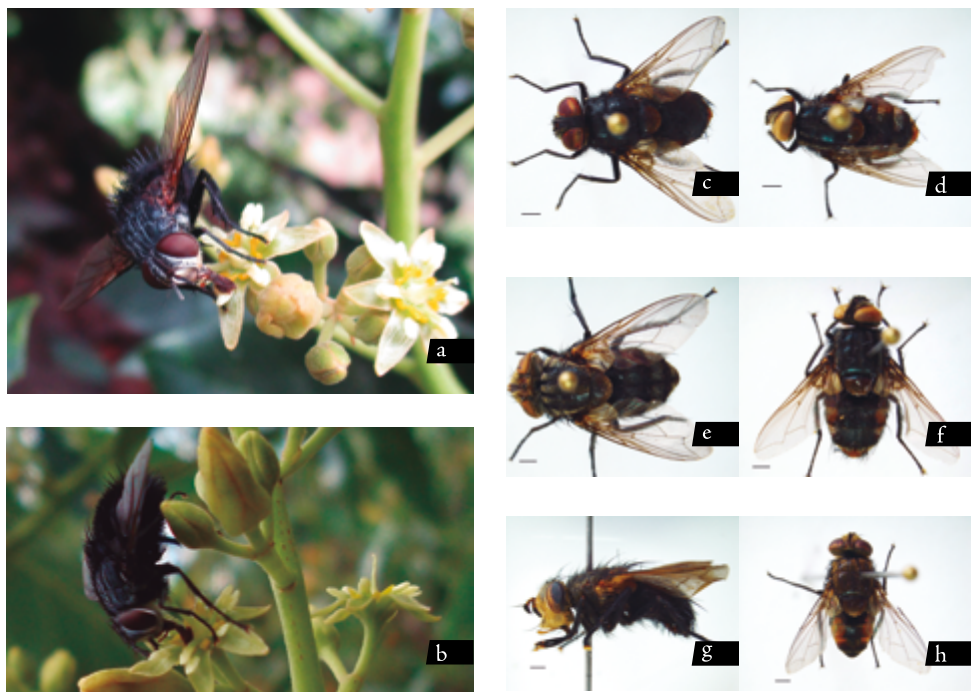


Figura 52. Especies de la familia Tachinidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. a. y b. Taquinido posado en la flor; c. Morfoespecie 1; d. Morfoespecie 2; e. Morfoespecie 3; f. Morfoespecie 4; g. Morfoespecie 5; h. Morfoespecie 6.



Figura 53. Especie de la familia Tipulidae que hace parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. Morfoespecie 1: a. Posado en la flor; b. Accediendo a la flor.



Figura 54. Especie de la familia Braconidae que hace parte del agroecosistema del cultivo de aguacate.

{ 73 }



Figura 55. Especie de la familia Colletidae que hace parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. Morfoespecie 1: a. Vista dorsal; b. Vista lateral.



Figura 56. Especies de la familia Crabronidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. Morfoespecie 1: a. Vista lateral; b. Vista dorsal. Morfoespecie 2: c. Vista dorsal; d. Vista lateral.

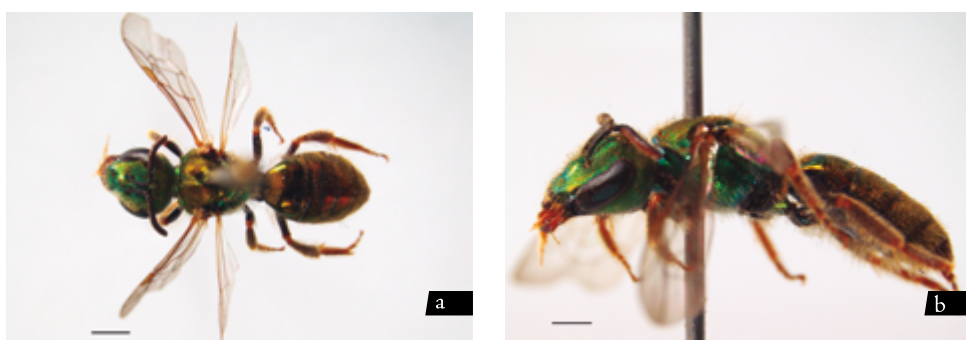


Figura 57. Especie de la familia Halictidae que hace parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. Morfoespecie 1: a. Vista dorsal; b. Vista lateral.

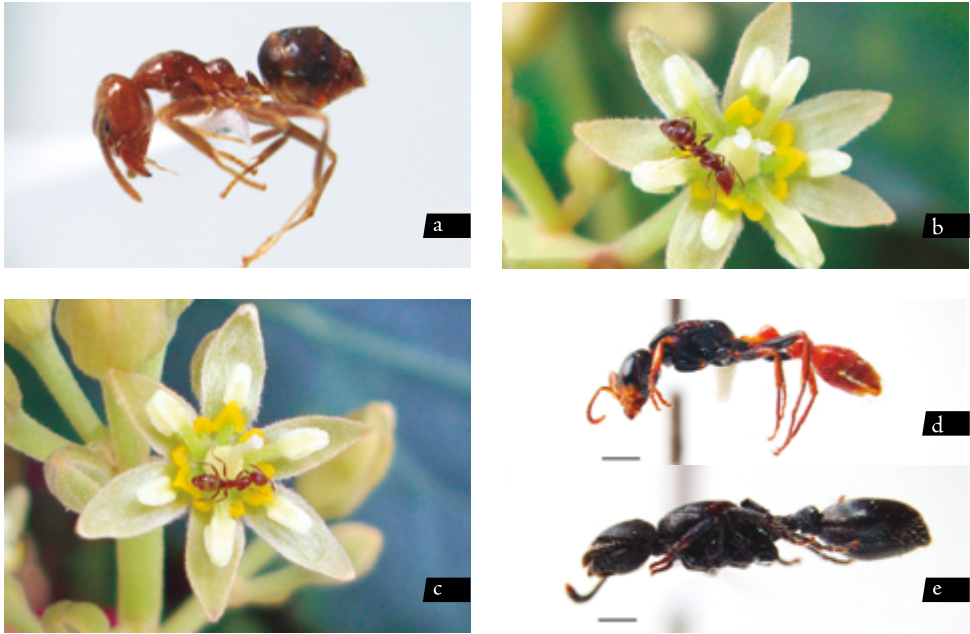


Figura 58. Especies de la familia Formicidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. a. *Linephitema piliferum*; b. Morfoespecie 1 posada en flor; c. Morfoespecie 2 posada en flor; d. *Pseudomyrmex gracilis*; e. *Proccryptocerus kempti*.

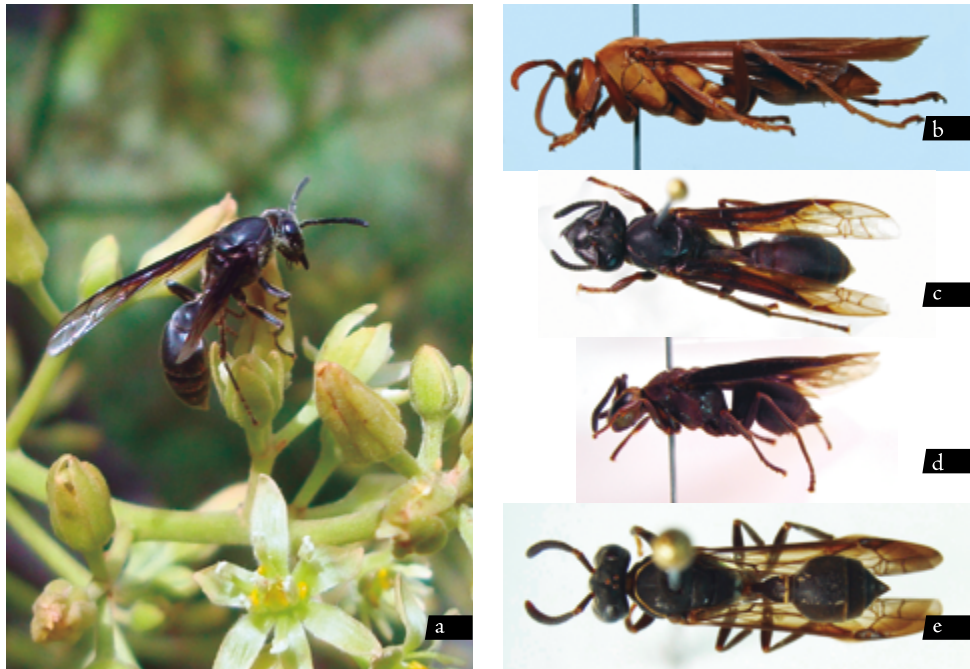


Figura 59. Especies de la familia Vespidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate en el Cauca. a. Avispa posada en la flor; b. *Polistes carnifex*; c. Morfoespecie 1; d. Morfoespecie 2; e. *Protopolybia* sp.

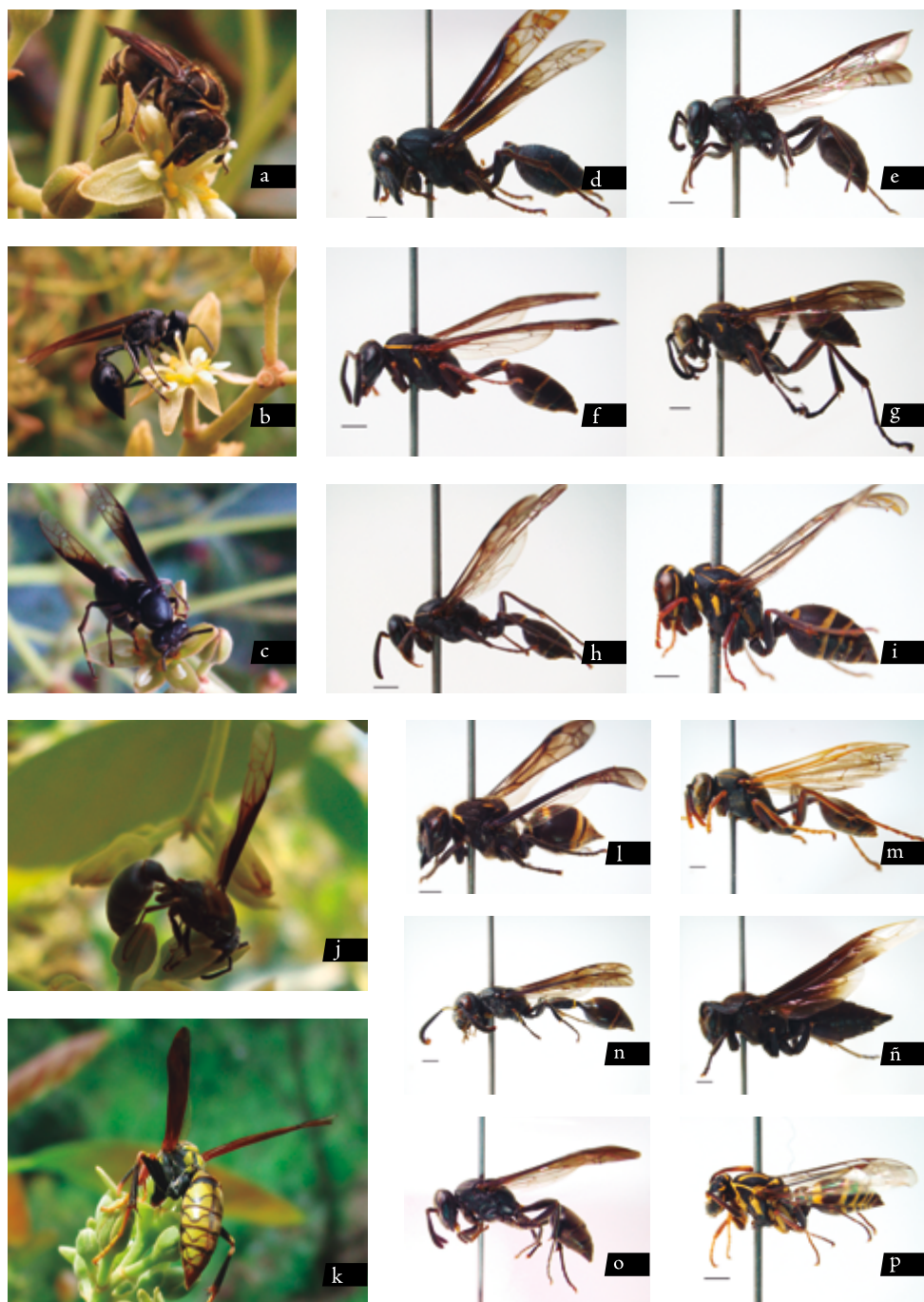
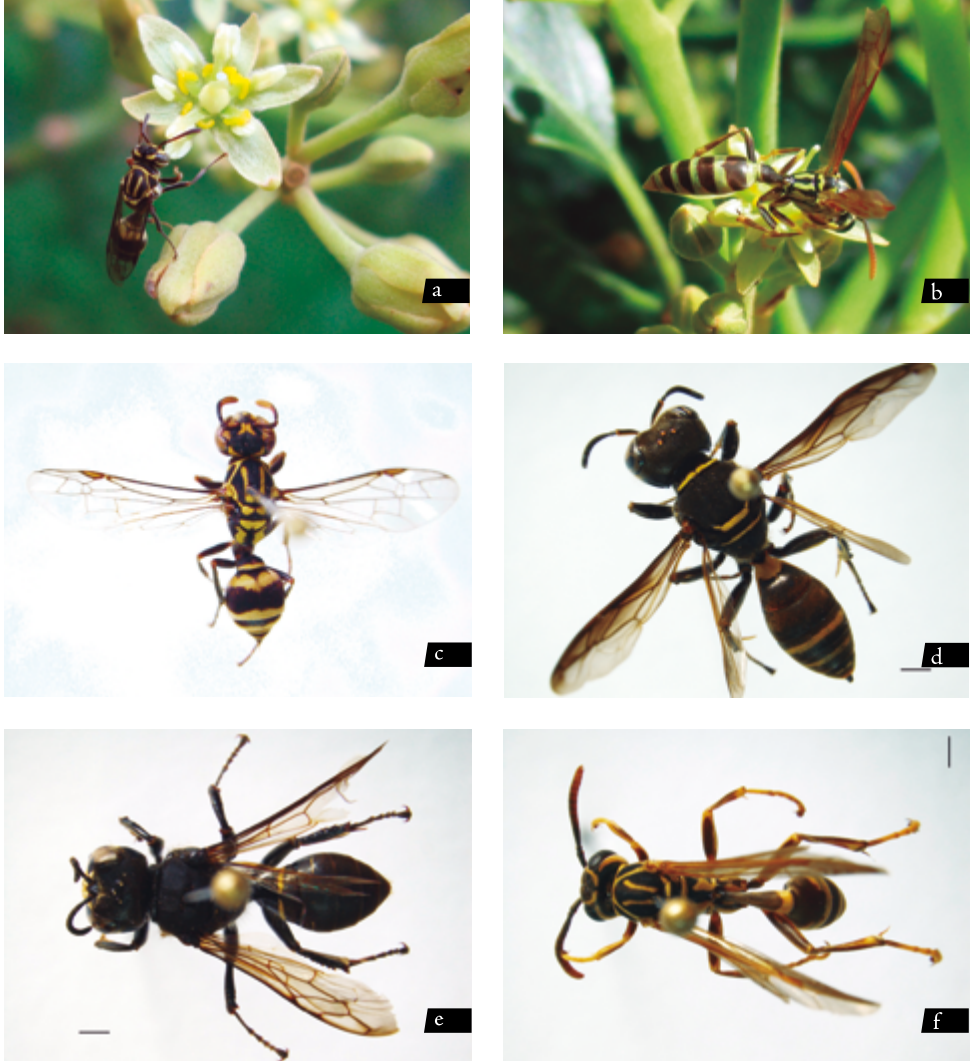


Figura 60. Especies de la familia Vespidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate en Antioquia. a. Avispa alimentándose en la flor; b. Avispa buscando néctar en la flor; c. Avispa alimentándose en la flor; d. Morfoespecie 2; e. Morfoespecie 1; f. Morfoespecie 13; g. Morfoespecie 17; h. Morfoespecie 18; i. Morfoespecie 6; j. Avispa introduciendo su aparato bucal en la flor; k. Morfoespecie 21; l. Morfoespecie 5; m. Morfoespecie 10; n. Morfoespecie 9; ñ. Morfoespecie 7; o. Morfoespecie 8; p. Morfoespecie 20.



{ 77 }

Figura 61. Especies de la familia Vespidae que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate en el Tolima. a. Avispa posada en la flor; b. Avispa introduciendo aparato bucal en los nectarios; c. Morfoespecie 11; d. Morfoespecie 5; e. Morfoespecie 15; f. Morfoespecie 2.

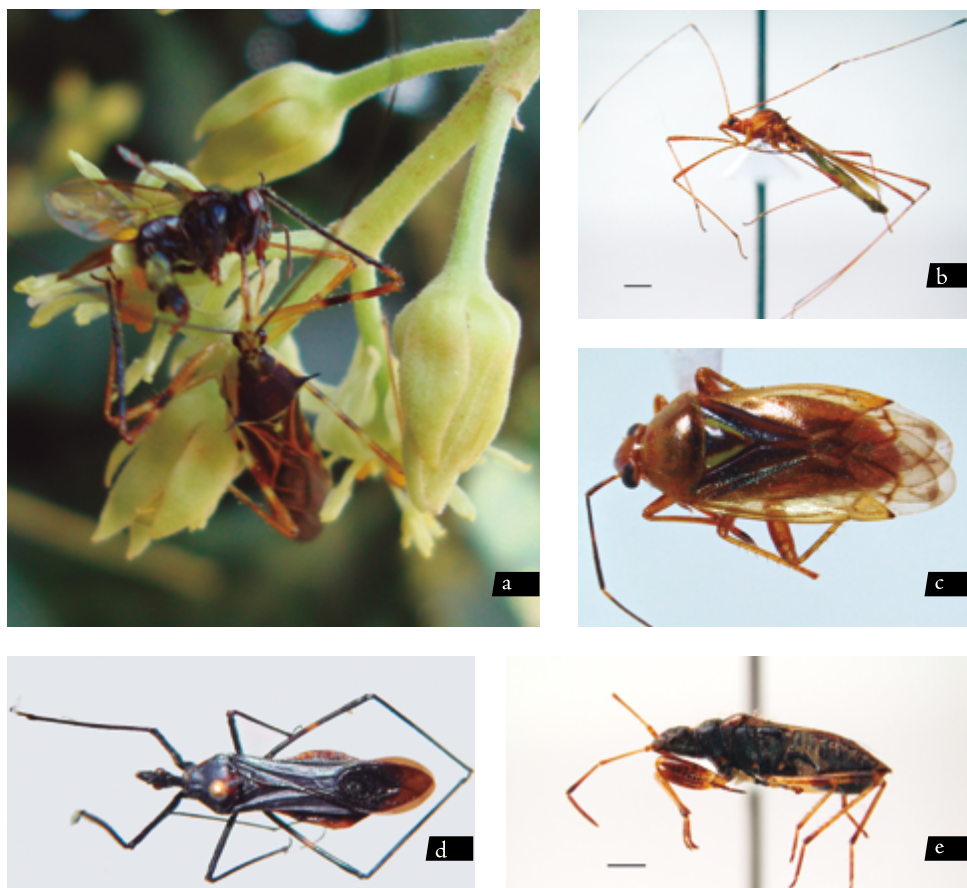


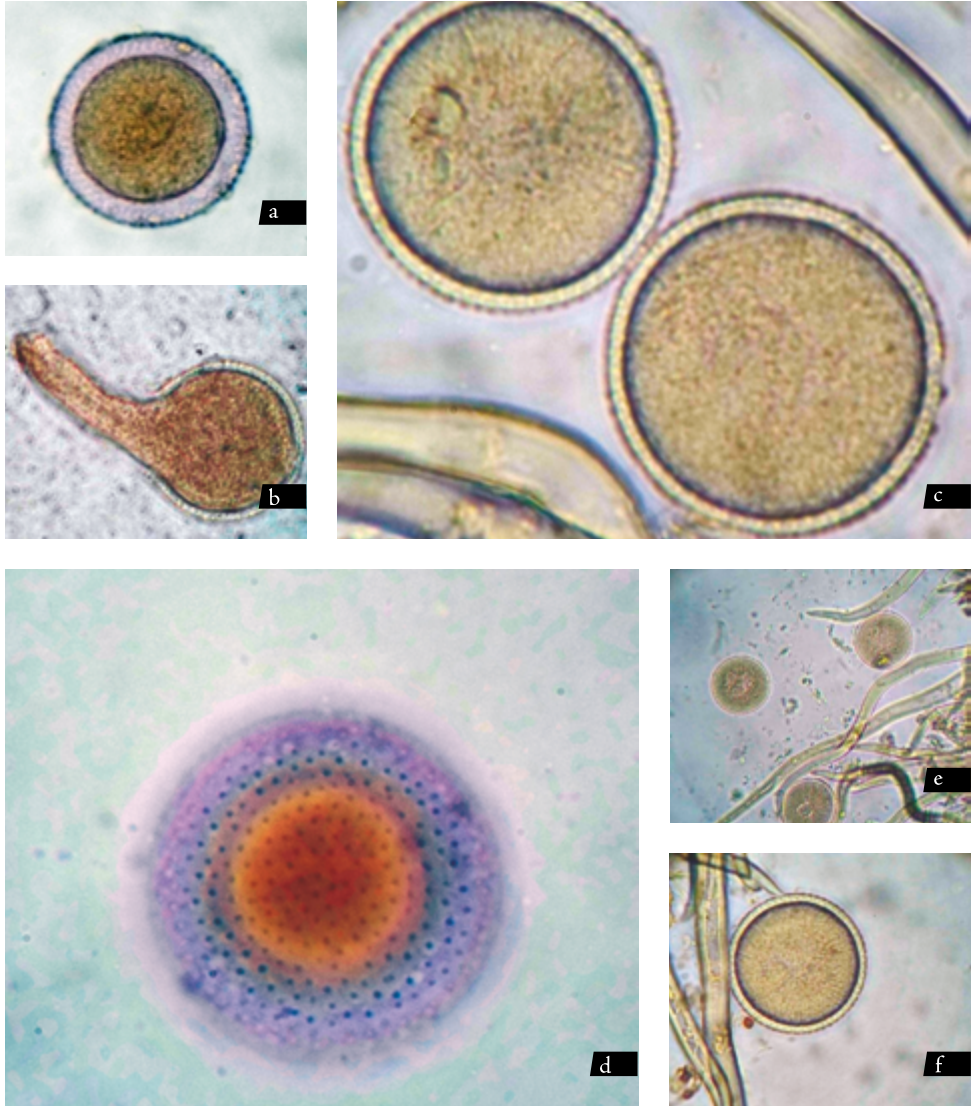
Figura 62. Familias del orden Hemiptera que hacen parte del agroecosistema del cultivo de aguacate. a. Chinche devorando su presa sobre la flor.; b. Berytidae; c. Miridae; d. Reduviidae; e. Rhyparochromidae.

Muestra fotográfica de tipos polínicos asociados a los insectos polinizadores del aguacate

Teniendo en cuenta que los diminutos granos de polen que se encuentran en las estructuras masculinas de la flor poseen formas propias de cada especie vegetal, la diversidad de recursos alimenticios de los insectos involucrados en la floración del aguacate se identificó a través del polen transportado en sus cuerpos.

La siguiente muestra fotográfica inicia con ilustraciones de los granos de polen de aguacate (familia Lauraceae),

caracterizados por ser inaperturados, esferoidales, frágiles, con sexina equinada y un tamaño promedio de 37 a 43 μm , que se presentan de forma mónada (figura 63). En orden de abundancia, se ilustra la familia taxonómica Asteraceae, reconocida por tener granos mónadas, que pueden ser tricolporados, tetracolporados o fenestrados, con exina tectada, sexina equinada, equinulada o psilada, y granos oblados-esferoidales a subprolados, que presentan tamaños variados, de 11 a 46 μm (figura 64) (Roubik y Moreno 1991). Finalmente, los tipos polínicos de familias abundantes, pero poco diversas, tales como Euphorbiaceae, Urticaceae, Rubiaceae, Poaceae, Lythraceae y Fabaceae (figura 65).



{ 79 }

Figura 63. Características morfológicas del polen de *P. americana* Mill. (Lauraceae) cv. Hass. a. Grano mónada; b. Germinación del tubo polínico; c. Granos inaperturados y esferoidales; d. Sexina equinada; e. y f. Granos presentes en el estigma.

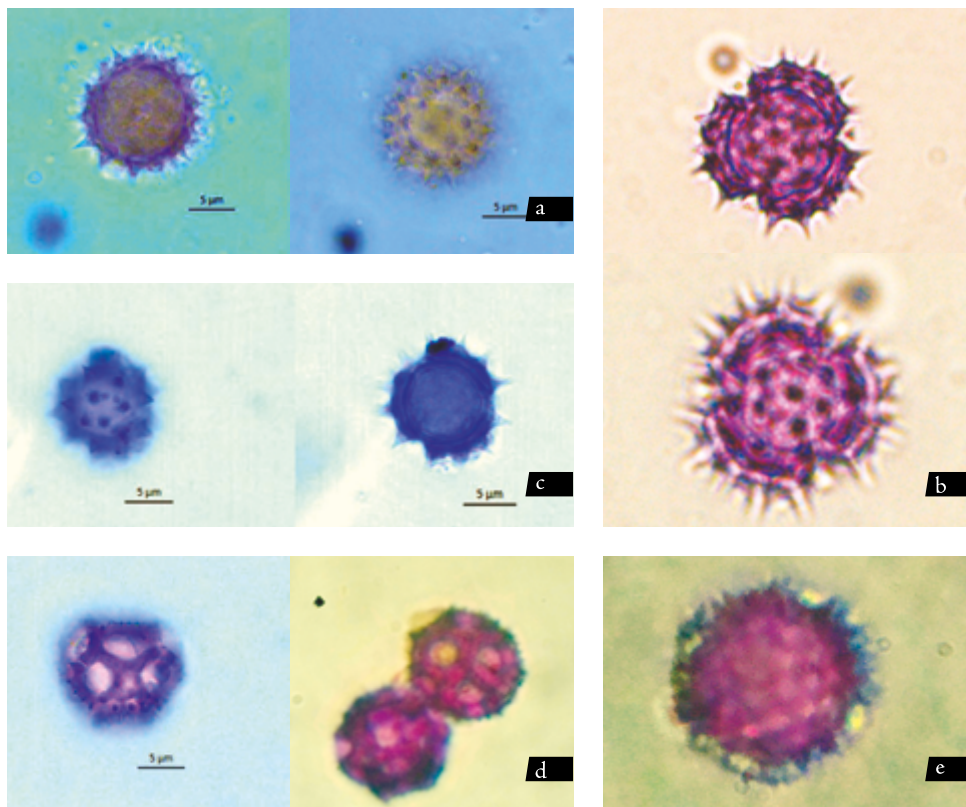
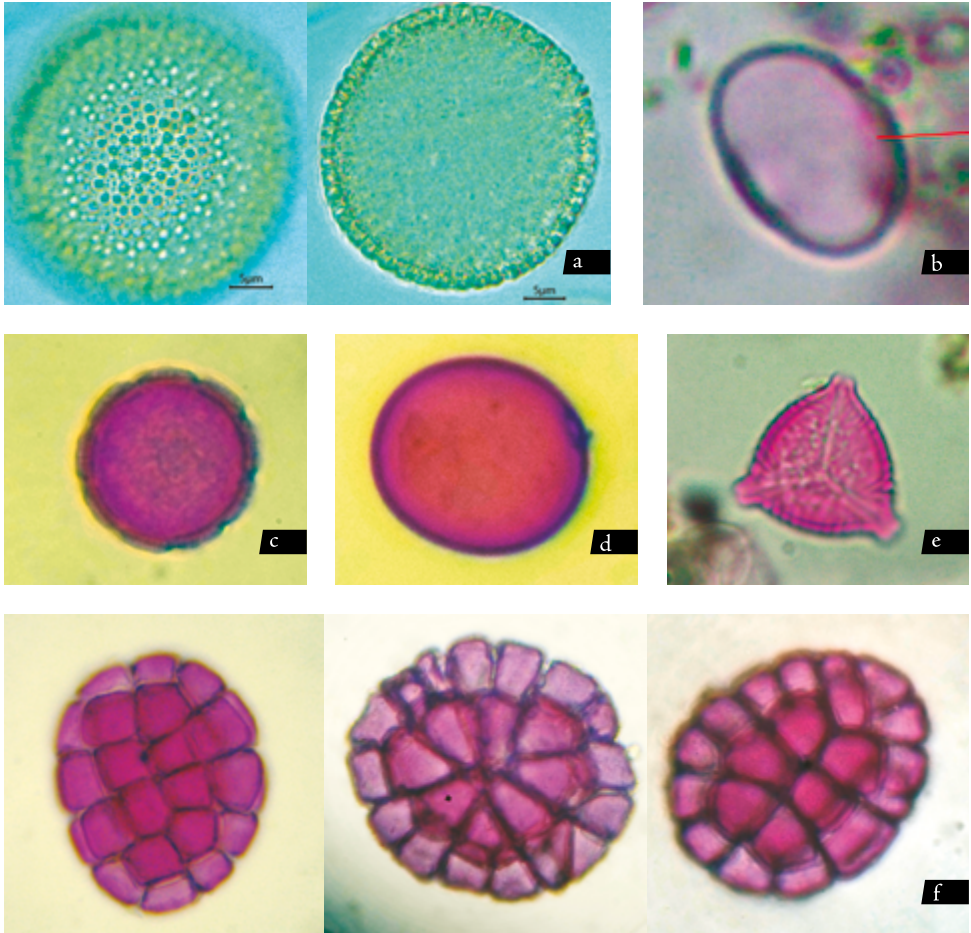


Figura 64. Tipos polínicos de la familia Asteraceae que los polinizadores asociados con el cultivo del aguacate visitan. a. *Bidens* sp. (cadillo); b. *Troidax* sp. (papunga); c. *Emilia* sp. (pincel); d. *Taraxacum* sp. (diente de león); e. *Mikania* sp. (guaco).



{ 81 }

Figura 65. Tipos polínicos de plantas que los polinizadores asociados con el cultivo del aguacate visitan. a. Euphorbiaceae: *Crotón* sp. (ricino); b. Urticaceae: *Cecropia* sp. (yarumo); c. Rubiaceae: *Borreria* sp. (botón blanco); d. Poaceae: *Brachiaria* sp. (braquiaria); e. Lythraceae: *Cuphea* sp. (Cuphea); f. Fabaceae: *Inga* sp. 1, *Inga* sp. 3, *Inga* sp. 4.



Conclusiones

El contenido de esta publicación reitera el eficiente papel de *A. mellifera* como polinizador del aguacate, al ser responsable de más del 40% del transporte de polen. Aunque su tamaño no es el apropiado para las flores del aguacate, sus constantes visitas durante ambas fases de floración le permiten ser un polinizador efectivo. Sin embargo, no es el único.

Las abejas nativas, en conjunto con los visitantes florales, cumplen la labor de transportar el 60% del polen de aguacate. Principalmente cuando la floración y la población de melíferas se reducen, los visitantes florales desempeñan un papel indispensable en la polinización, ya que aprovechan la poca competencia para posarse sobre las flores en busca de néctar.

Lo anterior demuestra que la polinización del aguacate no depende de una sola especie, sino de la diversidad y abundancia de los insectos que sus flores atraen de manera natural. Además, se destaca que la polinización no es la única relación importante para el cultivo de aguacate, pues el control de poblaciones mediante estrategias de parasitismo y depredación de plagas de insectos es un ejemplo de la dimensión de este agroecosistema.

Estudios recientes sugieren que los polinizadores están cada vez más amenazados, y varios autores estiman que ha habido reducciones regionales en la abundancia y la diversidad de abejas silvestres, así como disminuciones locales de otras poblaciones de polinizadores, como los sírfidos y las mariposas. Tal tendencia puede revertirse mediante una combinación de prácticas, cuya eficacia depende del contexto, que incluyen conservar la flora silvestre y manejar corredores biológicos, proporcionar recursos y sitios de anidación, hacer un uso dirigido de agroquímicos, y restaurar bosques y áreas naturales cercanas a los cultivos.

Ciertamente, Colombia se beneficia por su ubicación en el trópico y alberga una amplia biodiversidad; por esta razón, aún no hemos experimentado una reducción drástica de los polinizadores, pero debemos entender que si no tomamos medidas para transformar esta tendencia, que amenaza hoy a los polinizadores y a otros insectos que cumplen un papel como controladores de poblaciones de plagas, nuestra propia cadena trófica se verá afectada, lo que pone en peligro los sistemas agrícolas, el mantenimiento de plantas silvestres y la estabilidad de los ecosistemas naturales.



Los autores

Arturo Carabalí Muñoz

acarabali@corpoica.org.co

Ingeniero agrónomo, MSc en Ciencias Biología-Entomología y PhD en Ciencias Biología con especialidad en Entomología Económica de la Universidad del Valle, Colombia. En la actualidad se desempeña como Investigador PhD asociado en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), donde coordina proyectos de investigación en insectos-plaga de importancia económica en frutales tropicales.

Sandra Yaneth Pinchao Tenganan

sypinchaot@unal.edu.co

Ingeniera agrónoma de la Universidad Nacional de Colombia. Se ha desempeñado como profesional de investigación en el área de palinología en el proyecto “Aumento de la productividad del aguacate mediante el uso de polinizadores en tres zonas productoras de Colombia”, desarrollado por Corpoica.

Juan Felipe Peña Mojica

jpenam@unal.edu.co

Ingeniero agrónomo y candidato al título de magister en Ciencias Agrarias con énfasis en protección de cultivos de la Universidad Nacional de Colombia. Su tesis de maestría fue desarrollada en el marco del proyecto “Aumento de la productividad del aguacate mediante el uso de polinizadores en tres zonas productoras de Colombia”, desarrollado por Corpoica.

Ilba María Lamprea Rodríguez

imlamrod@gmail.com

Ingeniera agrónoma, egresada de la Universidad Nacional de Colombia. Se desempeñó como profesional de investigación en el tema de visitantes florales en el proyecto “Aumento de la productividad del aguacate mediante el uso de polinizadores en tres zonas productoras de Colombia”, desarrollado por Corpoica.

Diana Johana Carabalí Banguero

dianajohana16@hotmail.com

Bióloga y candidata al título de magíster en Ciencias-Biología de la Universidad del Valle. Su tesis de maestría fue desarrollada en el marco del proyecto “Aumento de la productividad del aguacate mediante el uso de polinizadores en tres zonas productoras de Colombia”, desarrollado por Corpoica. En la actualidad se desempeña como docente de biología en la Institución Educativa Agroindustrial de Santander de Quilichao (Valle del Cauca, Colombia).



Referencias

- Aguado LO, Fereres A, Viñuela E. 2015. Guía de campo de los polinizadores de España. Madrid: Mundi-Prensa.
- Alcaraz ML. 2009. Biología reproductiva del aguacate (*Persea americana* Mill.). Implicaciones para la optimización del cuajado [tesis doctoral]. [Málaga, España]: Universidad de Málaga.
- Ambrose DP. 1999. Assassin Bugs. Enfield, Reino Unido: Science Publishers.
- Beingolea O. 1994. Guía práctica para identificar familias de insectos de interés agrícola. Lima, Perú: Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA).
- Bierle S, Dunn E, Frederick S, Garrett S, Harbison J, Hoel D, Ley B, Weihman S. Sin publicar 2002. A Literature-based Key to Reduviidae (Heteroptera) of Florida. Gainesville: University of Florida, Entomology and Nematology.
- Brothers DJ, Finnamore AT. 1993. Superfamily Vespoidea. En: Goulet H, Huber J, editores. Hymenoptera of the world: an identification guide to families. Ottawa: Centre for Land and Biological Resources Research. pp. 161-232.
- Buenaventura E, Camacho G, García A, Wolff M. 2009. Sarcophagidae (Diptera) de importancia forense en Colombia: claves taxonómicas, notas sobre su biología y distribución. Rev Colomb Entomol. 35(2):189-196.
- Cabezas C, Hueso JJ, Cuevas J. 2003. Identificación y descripción de los estados fenológicos-tipo del aguacate (*Persea americana* Mill.). Ponencia presentada en: V Congreso Mundial del Aguacate; Málaga, España.
- Carpenter J. 1982. The phylogenetic relationships and natural classification of the Vespoidea (Hymenoptera). Syst Entomol. 7:11-38.
- Castañeda A, Equihua A, Valdés J, Barrientos AF, Ish-Am G, Gazit S. 1999. Insectos polinizadores del aguacatero en los estados de México y Michoacán. Rev Chapingo Ser Hortic. 5:129-136.
- Castillo P. 2013. Sífidos (Diptera: Syrphidae) en cultivos de cacao y banano en los valles de Tumbes y Zarumilla, Perú. Rev Per Ent. 48(2):9-17.
- Chandra K, Kushwaha S, Biswas B, Mukherjee P. 2014. Assassin Bugs (Reduviidae: Hemiptera) from Madhya Pradesh, India. J Entomol Zool Stud. 2(1):38-50.
- Cisneros F. 1995. Control de plagas agrícolas. 2ª edición. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Cossio LE, Salazar S, González IJL, Medina R. 2007. Algunos aspectos reproductivos del aguacate 'Hass' en clima semicálido. Ponencia presentada en: VI Congreso Mundial del Aguacate; Viña del Mar, Chile.

Davenport TL. 1986. Avocado flowering. *Hortic Rev.* 8:257-289.

Díaz LA, Kaufman PE. 2011. A Flesh Fly *Sarcophaga crassipalpis* Macquart (Insecta: Diptera: Sarcophagidae). EENY503. Gainesville: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS), Entomology and Nematology Department; [consultado 2016 may 4]. <http://edis.ifas.ufl.edu/in905>.

Fitzgerald SJ. 2005. Evolution and Classification of Bibionidae (Diptera: Bibionomorpha) [tesis de doctorado]. [Corvallis, EE. UU.]: Oregon State University.

Flores VI, Dale WE. 1995. Un estudio sobre ecología de las moscas Sarcophagidae en la costa central peruana. *Rev Per Ent.* 38:13-17.

Free JB. 1993. Insect Pollination of Crops. Londres, Reino Unido: Academic Press.

Gardiazábal F, Rosenberg G. 1991. El cultivo del palto. Quillota, Chile: Universidad Católica de Valparaíso.

Gazit S, Degani C. 2002. Reproductive Biology. En: Schaffer B, Wolstenholme BN, Whiley AW, editores. The avocado: botany, production and uses. Wallingford, EE. UU.: CAB International. pp. 101-127.

Girón M. 1995. Análisis palinológico de la miel y la carga de polen colectada por *Apis mellifera* en el suroeste de Antioquia, Colombia. *Bol Mus Ent Univ Valle.* 3(2):35-54.

{ 88 } Guillermo R, Cardoso R, Gandolfo R. 2012. First observation of alternative food usage (extrafloral nectar) by the assassin bug *Atopozelus opsimus* (Hemiptera, Reduviidae). *Rev Bras Entomol.* 56(4):489-491.

Hanson PE, Gauld ID. 2006. Hymenoptera de la región neotropical. *Mem Am Entomol Inst.* 77(1):617- 664.

Hardy DE. 1961. The Bibionidae of California. *Bulletin of the California Insect Survey.* 6(7):179-195.

Hardy DE. 1981. Bibionidae. En: McAlpine JF, Peterson BV, Shewell GE, Teskey HJ, Vockeroth JR, Wood DM, editores. Manual of Nearctic Diptera, volume 1. Ottawa, Canadá: Biosystematics Research Institute. pp. 217-222.

Heath ACG. 1982. Beneficial aspects of blowflies (Diptera: Calliphoridae). *N Z Entomol.* 7(3):343-348.

Henry TJ. 2009. Biodiversity of Heteroptera. En: Footitt RG, Adler PH, editores. Insect Biodiversity: Science and Society. Oxford, Reino Unido: Blackwell Publisher. pp. 224-263.

International Tropical Fruits Network. 2008. Avocado *Persea americana* Mill. Flower Diagram; [consultado 2016 may 4]. <http://www.itfnet.org>.

Irwin ME, Schlinger EI, Thompson F. 2003. Diptera, True Flies. En: Goodman SM, Benstead JP, editores. The Natural History of Madagascar. Chicago, EE. UU.: University of Chicago Press. pp. 692-702.

- Ish-Am G. 2004. Biología de la polinización. Principios de la polinización del palto, una breve revisión. Ponencia presentada en: 2° Seminario Internacional de Paltos; Quillota, Chile.
- Ish-Am G, Barrientos A, Castañeda A, Gazit D. 1999. Avocado (*Persea americana* Mill.) pollinators in its region of origin. *Rev Chapingo Ser Hortic.* (5):137-143.
- Ish-Am G, Eisikowitch D. 1993. The behaviour of honey-bees (*Apis mellifera*) visiting avocado (*Persea americana*) flowers and their contribution to its pollination. *J Apic Res.* 32(3/4):175-186.
- Ish-Am G, Gazit S, Castañeda A. 1997. Insectos polinizadores del aguacate en los estados de México y Michoacán. *Rev Chapingo Ser Hortic.* (5):129-136.
- Jardón L, Alavez V, Méndez A, Gaona A, Piñero D. 2011. Análisis para la determinación de los centros de origen, domesticación y diversidad genética del género *Persea* y la especie *Persea americana* (aguacate), primer informe. México: [Conabio] Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- León J, Carvajal CR, Isiordia N, Corrales J, Valenzuela RD. 2009. Entomofauna asociada al cultivo del aguacate (*Persea americana* Miller) cultivar Hass en Xalisco, Nayarit. *Entomología Mexicana.* 8:972-977.
- Lewis T, Smith BD. 1969. The insect faunas of pear and apple orchards and the effect of windbreaks on their distribution. *Ann Appl Biol.* 64:11-20.
- Moré M, Cocucci A, Raguso R. 2013. The Importance of Oligosulfides in the Attraction of Fly Pollinators to the Brood-Site Deceptive Species *Jaborosa rotacea* (Solanaceae). *Int J Plant Sci.* 174(6):863-876. { 89 }
- Morón MA, Terrón R. 1988. *Entomología práctica.* México: Instituto de Ecología.
- Narbona E, Dirzo R. 2010. A reassessment of the function of floral nectar in *Croton suberosus* (Euphorbiaceae): a reward for plant defenders and pollinators. *Am J Bot.* 97(4):672-679.
- Nates G. 2001. Las abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) de Colombia. *Biota Colombiana.* 2(3):233-248.
- Nates G. 2005a. Abejas silvestres y polinización. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología.* 75(1):7-20.
- Nates G. 2005b. Abejas corbiculadas de Colombia. Hymenoptera: Apidae. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Pelletier G, Hébert C. 2014. The Cantharidae of Eastern Canada and Northeastern United States. *Can J Arthropod Identif.* [consultado 2016 may 4] (25). http://www.biology.ualberta.ca/bsc/ejournal/ph_25/ph_25.html. doi: 10.3752/cjai.2014.25.
- Pérez C, Petanidou T, Marcos MA. 2007. Pollination in small islands by occasional visitors: the case of *Daucus carota* subsp. *commutatus* (Apiaceae) in the Columbretes archipelago, Spain. *Plant Ecol.* 192(1):133-151.

Pisciotta S, Raspi A, Sajeve M. 2011. First records of pollinators of two co-occurring Mediterranean Apocynaceae. *Plant Biosystems*. 145(1):141-149.

Quintano J. 2009. Cantáridos, depredadores a media jornada. Fertilidad de la tierra: revista de agricultura ecológica. (38):62-65.

Reyes E, Morón MA. 2005. Fauna de Coleoptera Melolonthidae y Passalidae de Tzucacab y Conkal, Yucatán, México. *Acta Zool Mex*. 21(2):15-49.

Rodríguez I, Sánchez IM, Cruz SG. 2015. Coleópteros y dípteros asociados al polen-néctar en algunas localidades del municipio de Jungapeo, Michoacán. *Bol Soc Mex Ento*. (1):20-25.

Romero MA. 2012. Comportamiento fisiológico del aguacate (*Persea americana* Mill.) variedad Lorena en la zona de Mariquita, Tolima [tesis de maestría]. [Bogotá, Colombia]: Universidad Nacional de Colombia.

Roubik DW, Moreno JE. 1991. Pollen and Spores of Barro Colorado Island. Saint Louis: Missouri Botanical Garden.

Salazar S, Lord E, Lovatt C. 1998. Inflorescence and Flower Development of the 'Hass' Avocado (*Persea americana* Mill.) during "On" and "Off" Crop Years. *J Am Soc Hortic Sci*. 123(4):537-544.

{ 90 } Sánchez DA. 2009. Patrones de floración, polinización y producción de frutos de tres especies neotropicales de mangle presentes en humedales de San Andrés isla, caribe colombiano [tesis de maestría]. [Bogotá, Colombia]: Universidad Nacional de Colombia.

Schroeder CA. 1944. The Avocado Inflorescence. *Calif Avocado Soc Ybk*. 28:39-40.

Sedgley M. 1979. Light Microscope Study of Pollen Tube Growth, Fertilization and Early Embryo and Endosperm Development in the Avocado Varieties Fuerte and Hass. *Ann Bot*. 44(3): 353-359.

Shewell GE. 1992. Calliphoridae. En: McAlpine JF, Peterson BV, Shewell GE, Teskey HJ, Vockeroth JR, Wood DM, editores. *Manual of Nearctic Diptera*, volume 2. Ottawa: Biosystematics Research Institute. pp. 1133-1145.

Silva M. 1997. Evaluación del efecto de un producto de origen aminoacídico aplicado en floración sobre la cuaja y retención de fruta del palto cultivar Hass, en la zona de Quillota, V región [taller de licenciatura]. Quillota, Chile: Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.

Smith C, Martínez P, Núñez C, González J, Armesto J. 2005. Diversity, flower visitation frequency and generalism of pollinators in temperate rain forests of Chiloé Island, Chile. *Bot J Linn Soc*. 147(4):399- 416.

Somavilla A, Köhler A, Hermes MG. 2010. Contribuição aos estudos dos Vespidae ocorrentes no estado do Rio Grande do Sul (Insecta, Hymenoptera). *Rev Bras Biocienc*. 8(3):257-263.

- Sommeijer M, De Rooy G, Punt W, De Bruijn L. 1983. A comparative study of foraging behavior and pollen resources of various stingless bees (Hym., Meliponinae) and honeybees (Hym., Apinae) in Trinidad, Westindies. *Apidologie*. 14(3):205-224.
- Stireman JO, O'Hara JE, Wood DM. 2006. Tachinidae: Evolution, Behavior, and Ecology. *Annu Rev Entomol*. 51:525-555.
- Tallamy DW, Walsh E, Peck D. 2004. Revisiting Paternal Care in the Assassin Bug, *Atopozelus pallens* (Heteroptera: Reduviidae). *J Insect Behav*. 17(4):431-436.
- Thompson FC, Rotheray GE. 1998. Family Syrphidae. En: Papp L, Darvas B, editores. *Contributions to a Manual of Palearctic Diptera*, volume 3, Higher Brachycera. Budapest, Hungría: Science Herald. pp. 81-139.
- Valdés CA. 2002. Evaluación de la actividad de *Apis mellifera* L. y otros insectos asociados a la floración del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en dos localidades de la V región (Quillota y La Ligua) [tesis de pregrado]. Quillota, Chile: Universidad Católica de Valparaíso.
- Van der Niet T, Hansen DM, Johnson SD. 2011. Carrion mimicry in a South African orchid: flowers attract a narrow subset of the fly assemblage on animal carcasses. *Ann Bot*. 107(6):981-992.
- Villegas N, Gaigl A, Vallejo LF. 2008. El complejo chisa (Coleoptera: Melolonthidae) asociado a cebolla y pasto en Risaralda, Colombia. *Rev Colomb Entomol*. 34(1):83-89.
- Weirauch C. 2008. Cladistic analysis of Reduviidae (Heteroptera: Cimicomorpha) based on morphological characters. *Syst Entomol*. 33(2):229-274.
- Weirauch C, Bérenger JM, Berniker L, Forero D, Forthman M, Frankenberg S, Freedman A, Gordon E, Hoey-Chamberlain R, Hwang WS, et al. 2014. An Illustrated Identification Key to Assassin Bug Subfamilies and Tribes (Hemiptera: Reduviidae). *Can J Arthropod Identif*. 26:94-96.
- Wood DM. 1992. Tachinidae. En: McAlpine JF, Peterson BV, Shewell GE, Teskey HJ, Vockeroth JR, Wood DM, editores. *Manual of Nearctic Diptera*, volume 2. Ottawa: Biosystematics Research Institute. pp. 1193-1269.
- Wysoki M, Van den Berg M, Ish-Am G, Gazit S, Peña JE, Waite G. 2002. Pests and Pollinators of Avocado. En: Peña JE, Sharp JL, Wysoki M, editores. *Tropical Fruit Pests and Pollinators: Biology, Economic Importance, Natural Enemies and Control*. Wallingford: CAB International. pp. 223-293.
- Zarazúa M. 2008. Hábitos y comportamiento reproductivo de dos especies de Coleoptera Melolonthidae asociados al cultivo de amarantho en el Valle de Tehuacán, Puebla [trabajo de grado]. [San Andrés Cholula, México]: Universidad de las Américas Puebla.





Impresión y encuadernación:
Digiprint editores

Terminó de imprimirse
Mayo de 2017, Bogotá, D. C., Colombia

En Colombia, los insectos polinizadores del aguacate no han sido ampliamente estudiados, por ello se conoce poco sobre la actividad de la abeja melífera, las abejas silvestres y otros polinizadores. Este libro contribuirá a llenar este vacío de información, al recopilar los resultados de cuatro años de investigación en tres regiones de Colombia, que demuestran que la polinización del aguacate no depende de una sola especie, sino de la diversidad y abundancia de los insectos que sus flores atraen de manera natural; de igual forma, se relacionan los análisis palinológicos y la flora asociada, siendo esta última, un factor que favorece la supervivencia y función de los insectos presentes en el cultivo.

El contenido incluye dos capítulos: el primero, contiene aspectos generales relacionados con la biología floral del aguacate; y, el segundo, presenta los insectos polinizadores del aguacate, que incluyen a la abeja melífera, las abejas silvestres y los visitantes florales, y a los insectos que no transportan polen de aguacate. Esperamos que el libro sea de interés para investigadores en la polinización de frutales tropicales, entomólogos, asistentes técnicos y productores.



CORREO: bac@corpoica.org.co

TELÉFONO: (57 1) 422 73 00 EXT. 1257 o 1274

SKYPE: [biblioteca.agropecuaria](https://www.skype.com/name/identifiers/alias/biblioteca.agropecuaria)



Distribución gratuita
Prohibida su venta
www.corpoica.org.co



ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES
DE AGUACATE
FRUTAS Y HORTALIZAS

