

Manejo de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp.) en aguacate (*Persea americana* Mill.)

Edgar Herney Varón Devia

Corpoica
EDITORIAL

www.corpoica.org.co



Manejo de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp.) en aguacate (*Persea americana* Mill.)

Edgar Herney Varón Devia, compilador

Mosquera, Colombia 2016

Manejo de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp.) en aguacate (*Persea americana* Mill.). / Compilador Edgar Herney Varón Devia. - Mosquera (Colombia) : Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), 2016.

120 páginas : ilustraciones, datos numéricos

Incluye referencias bibliográficas

ISBN obra impresa: 978-958-740-224-7

ISBN (e): 978-958-740-225-4

1. *Persea americana* 2. Medidas fitosanitarias 3. Control de plagas 4. Manejo del cultivo 5. Tolima (Colombia) I. Varón Devia, Edgar Herney (Comp.)

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 Tibaitatá
Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera,
código postal 250047 – Colombia.

Esta publicación es resultado del proyecto de Corpoica *Determinación de los factores incidentes en la prevalencia del problema fitosanitario de mosca blanca en aguacate (Persea americana Mill.) Has en el norte del Tolima* (convenio 1771) y del contrato RC 816-2011 financiado con recursos del Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación Francisco José de Caldas de Colciencias, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, la Asociación de productores de frutas y hortalizas de Herveo (Asfruher) (Tolima) y la Asociación de productores de frutas de Fresno (Asofrutos) (Tolima).

Primera edición: 2.000 ejemplares
Impreso en Bogotá, Colombia
Printed in Bogotá, Colombia
Diciembre de 2016

Preparación editorial
Editorial Corpoica
editorial.corpoica@corpoica.org.co
Editora: Liliana Gaona García
Corrección de estilo: Óscar Torres Angarita
Diseño y diagramación: Oficina Asesora de Comunicaciones, Identidad y Relaciones Corporativas // Corpoica
Impreso por: Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas - JAVEGRAF
Impreso en Bogotá, D. C., Colombia, diciembre de 2016

Citación sugerida: Varón-Devia EH, compilador. 2016. Manejo de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp.) en aguacate (*Persea americana* Mill.). 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.

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



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

Contenido

Presentación	15
Introducción	17
Capítulo I	
Generalidades de la mosca blanca del aguacate	19
Introducción	19
El aguacate en Colombia	22
Principales cultivares de aguacate en Colombia	22
El aguacate en el norte del Tolima	23
Las moscas blancas	24
Distribución geográfica de <i>Paraleyrodes</i>	24
Especies de mosca blanca en aguacate en Colombia	25
Moscas blancas encontradas en el norte del Tolima	25
Ciclo de vida de <i>Paraleyrodes</i> Quaintance pos. <i>bondari</i>	26
Estado de huevo	27
Instares ninfales	27
Estado de pupa	29
Estado de adulto	30
Daños ocasionados por las moscas blancas del aguacate	31
Referencias	33
Capítulo II	
Factores bióticos y abióticos relacionados con la población de mosca blanca (<i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i>. Hemíptera: Aleyrodidae) en el cultivo de aguacate en el norte del Tolima	37
Introducción	37
Materiales y métodos	39
Localización	39

Fluctuación de la población	40
Variables climáticas	41
Estados fenológicos	41
Porcentaje de parasitismo y depredación	42
Recolección, identificación y cuantificación de la fauna asociada	43
Análisis de datos	44
Resultados y discusión	44
Fluctuación poblacional de <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i>	44
Variables climáticas	47
Estados fenológicos	47
Porcentaje de parasitismo y depredación	48
Enemigos naturales	48
Recolección, identificación y cuantificación de fauna asociada	49
Conclusiones	50
Referencias	52
Capítulo III	
Preferencia de <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i> por cultivos de aguacate	55
Introducción	55
Materiales y métodos	57
Estimación de preferencia de mosca blanca en cultivos de aguacate en campo	57
Resultados y discusión	58
Caracterización de manejo de la producción de aguacate	58
Determinación de metabolitos secundarios	62

Determinación de las características estructurales y componentes físicos de la edad de las hojas (jóvenes y maduras) de los cultivares de aguacate Lorena y Hass	67
Conclusiones	69
Referencias	70
Capítulo iv	
Umbral de acción económico de <i>Paraleyrodes pos. bondari</i> (Hemiptera: Aleyrodidae) en aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.) cultivares Hass y Lorena en Fresno, Tolima, Colombia	73
Introducción	73
Materiales y métodos	76
Muestreo de la mosca blanca del aguacate	76
Distribución vertical	78
Distribución horizontal	80
Dispersión espacial	81
Registros y planillas	83
Cálculo del nivel de daño económico	84
Nivel de daño económico cultivar Hass	85
Resultados	86
Nivel de daño económico cultivar Lorena	86
Umbral de acción	88
Conclusiones	91
Referencias	92
Capítulo v	
Manejo de mosca blanca en aguacate	95
Introducción	95
Muestreo para mosca blanca	96

Control biológico	96
Control químico	97
Control cultural	98
Objetivos	98
Materiales y métodos	98
Manejo integrado de mosca blanca	99
Manejo convencional	100
Porcentajes de infestación de mosca blanca	102
Porcentajes de parasitismo y depredación	102
Cuantificación de parasitoides de mosca blanca	102
Impacto ambiental en campo	103
Costos de producción, rendimiento y rentabilidad	103
Análisis de la información	103
Resultados y discusión	104
Infestación de mosca blanca	104
Porcentajes de parasitismo y depredación	108
Cuantificación de parasitoides de mosca blanca	108
Impacto ambiental en campo	110
Costos de producción, rendimiento y rentabilidad	111
Conclusiones	112
Referencias	113
Los autores	116

Lista de figuras

Figura 1	Aguacate cv. Lorena	22
Figura 2	Aguacate cv. Hass	23
Figura 3	Adulto de mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> sp. posado sobre hoja de aguacate	25
Figura 4	Mosca blanca <i>Tetraleurodes</i> sp.	25
Figura 5	Descripción de los estados biológicos de la mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> sp.	26
Figura 6	Desarrollo de huevos de mosca blanca	27
Figura 7	Ninfa de primer instar	28
Figura 8	Ninfa de segundo instar de la mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i> Peracchi 1971 (Hemiptera: Sternorrhyncha; Aleyrodidae)	28
Figura 9	Ninfa de tercer instar de mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i> Peracchi 1971 (Hemiptera: Sternorrhyncha; Aleyrodidae)	29
Figura 10	Pupa de la mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i> Peracchi 1971 (Hemiptera: Sternorrhyncha; Aleyrodidae)	29
Figura 11	Adulto de la mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i> Peracchi 1971 (Hemiptera: Sternorrhyncha; Aleyrodidae)	30
Figura 12	Daño indirecto en el envés de la hoja de aguacate ocasionado por ninfas de mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> sp., al excretar sustancias azucaradas que propician el crecimiento de fumagina	31
Figura 13	Mapas de las fincas seleccionadas para el estudio de la población de mosca blanca (<i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i> . Hemíptera: Aleyrodidae) en Fresno y Herveo, Tolima, Colombia	39
Figura 14	Cultivares de aguacate seleccionados para realizar evaluaciones de mosca blanca del aguacate (<i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i>)	40

Figura 15	Esquema metodológico empleado para calcular el porcentaje de área ocupada por la mosca blanca del aguacate (<i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i>)	41
Figura 16	Estados fenológicos de árboles de aguacate	42
Figura 17	Cámaras húmedas para la identificación de parasitoides asociados a <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i>	43
Figura 18	Área foliar ocupada por la mosca blanca del aguacate (<i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i>) en los cultivares Hass, Lorena y Choquette plantados en la finca Cafetales Villa María, 2012-2013, Fresno, Tolima, Colombia	45
Figura 19	Área ocupada por la mosca blanca del aguacate (<i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i>) en tres cultivares de aguacate (Hass, Lorena, Choquette) plantados en la finca La Chiripa, 2012-2013, Fresno, Tolima, Colombia	46
Figura 20	Frutos de los cultivares de aguacate	56
Figura 21	Órganos utilizados para el muestreo	57
Figura 22	Presencia de mosca blanca (<i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i>) en cultivares de aguacate	58
Figura 23	Metodología para la comparación de la presencia de mosca blanca en diferentes cultivares de aguacate	59
Figura 24	Presencia de mosca blanca (<i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i>) en cultivos de aguacate con los cvs. Hass, Lorena y Choquette, en respuesta al control biológico, moderado y altamente químico. Fresno, Tolima, Colombia, semestre B de 2013	60
Figura 25	Prácticas agrícolas relacionadas con la presencia de mosca blanca en el cultivo de aguacate	61
Figura 26	Disposición de tratamientos para medir preferencia y mortalidad de mosca blanca	64
Figura 27	Metodología para evaluar el efecto de extractos vegetales elaborados a partir de hojas de dos variedades de aguacate, sobre la población de mosca blanca	65

Figura 28	Mortalidad de adultos de mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i> en prueba de extracto vegetal hidroalcohólico de los cvs. Hass y Lorena, insecticida y testigo	66
Figura 29	Ninfa inmóvil de segundo instar <i>Paraleyrodes</i> Quaintance pos. <i>bondari</i> en el envés de las hojas	74
Figura 30	Debilitamiento, marchitamiento y clorosis en el envés de las hojas de aguacate ocasionado por <i>Paraleyrodes</i> Quaintance pos. <i>bondari</i>	74
Figura 31	Crecimiento de hongo saprófito, el cual produce fumagina negra (<i>Capnodium</i> sp.) a causa de sustancias azucaradas que excretan las ninfas de <i>Paraleyrodes</i> Quaintance pos. <i>bondari</i>	75
Figura 32	Aplicación indiscriminada de insecticidas para el control de <i>Paraleyrodes</i> Quaintance pos. <i>bondari</i> en árboles de aguacate en la zona productora de Fresno, Tolima, Colombia	75
Figura 33	Selección de un brote de 60 cm con hojas de aguacate infestadas por colonias de ninfas de <i>Paraleyrodes</i> Quaintance pos. <i>bondari</i> ; nótese la presencia del insecto en la parte superior de la figura	76
Figura 34	Hoja de aguacate infestada por una colonia de ninfas de mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> Quaintance pos. <i>bondari</i>	77
Figura 35	Distribución vertical de <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i> en árboles de aguacate de los cvs. Hass y Lorena plantados en fincas del municipio de Fresno (Tolima), ubicadas a diferente altitud	78
Figura 36	Distribución vertical de <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i> en estratos de árboles de aguacate plantados en fincas del municipio de Fresno, Tolima, ubicadas a diferente altitud	79
Figura 37	Brote de aguacate de 60 cm y distribución horizontal de sus hojas	80
Figura 38	Rama de aguacate de 1 m de largo y distribución horizontal de sus brotes	81

Figura 39	Forma de dispersión espacial de los insectos: al azar, uniforme y agregada	81
Figura 40	Relación entre el logaritmo de la varianza ($\text{Ln } S^2$) y el logaritmo del número medio de ninfas ($\text{Ln } X$) de mosca blanca (<i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i>) en estratos bajos de aguacate cvs. Hass y Lorena	82
Figura 41	Relación entre el logaritmo de la varianza ($\text{Ln } S^2$) y el logaritmo del número medio de ninfas ($\text{Ln } X$) de mosca blanca (<i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i>) en brotes de aguacate cvs. Hass y Lorena	82
Figura 42	Relación entre el logaritmo de la varianza ($\text{Ln } S^2$) y el logaritmo del número medio de ninfas ($\text{Ln } X$) de mosca blanca (<i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i>) en hojas prebasales en un brote de 60 cm de aguacate cvs. Hass y Lorena	83
Figura 43	Efecto de los umbrales de acción preliminares (UAp) aplicados como tratamientos para el control de mosca blanca (<i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i>), influyentes en los niveles de infestación en aguacate cv. Lorena	86
Figura 44	Fluctuación poblacional de mosca blanca (<i>Paraleyrodes</i> sp.) en los cvs. de aguacate Hass y Lorena con respecto a las condiciones climáticas en la finca Cafetales Villa María	90
Figura 45	Infestación de mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i> en tres fincas productoras de aguacate cv. Lorena, con dos estrategias de manejo de mosca blanca T0 [manejo convencional (MC)] y T1 [manejo integrado (MI)]	106
Figura 46	Infestación de mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i> acumulada, en tres fincas productoras de aguacate cv. Lorena, con dos estrategias de manejo	107
Figura 47	Parasitismo y depredación de mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i> acumulados, en tres fincas productoras de aguacate cv. Lorena, con dos estrategias de manejo, Fresno, Tolima, Colombia	109

Lista de tablas

Tabla 1	Índice de diversidad de insectos potencialmente benéficos en tres fincas de aguacate, para los cultivares Hass, Lorena y Choquette en Fresno y Herveo, Tolima, Colombia, agosto 2012-febrero 2013	49
Tabla 2	Análisis fitoquímico y de cuantificación de carbohidratos en hojas de aguacate (jóvenes y maduras) de los cvs. Hass y Lorena. Fresno, Tolima, Colombia	62
Tabla 3	Características estructurales y componentes físicos y su procedimiento de evaluación en los cultivares de aguacate Lorena y Hass	67
Tabla 4	Resultados de los componentes estructurales y físicos en relación con la incidencia de mosca blanca (<i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i>) en hojas (jóvenes y maduras) en los cultivares de aguacate Hass y Lorena	68
Tabla 5	Nivel de daño económico calculado (NDE) para mosca blanca (<i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i>) en aguacate cv. Lorena en el municipio de Fresno, Tolima, Colombia. Cosecha anual 2013	87
Tabla 6	Fincas seleccionadas para el establecimiento del experimento	99
Tabla 7	Productos seleccionados para el manejo integrado de mosca blanca en aguacate	101
Tabla 8	Promedio de parasitoides emergidos por colonia de pupas de mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i> en árboles de aguacate cv. Lorena. Fresno, Tolima, Colombia	110
Tabla 9	Número de aplicaciones (Epingle®, Actara® y Vercani®) para el control de mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i> en árboles de aguacate cv. Lorena entre julio y diciembre de 2014. Fresno, Tolima, Colombia	111
Tabla 10	Costos de producción de dos manejos de mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i> para árboles de aguacate cv. Lorena entre julio y diciembre de 2014. Fresno, Tolima, Colombia	111



Presentación

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), CI Nataima ha venido desarrollando la Agenda Quinquenal en el contexto de la Agenda Nacional del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agro-industrial, como marco estratégico de la misión institucional, la cual consiste en contribuir al cambio técnico para mejorar la productividad y competitividad de la agricultura del país. Esta publicación obedece a este mandato de entregar resultados de investigación para la academia, los asistentes técnicos, los gremios y productores, con el objetivo de buscar soluciones a las problemáticas de los productores en el desarrollo del cultivo del aguacate.

En la red de Frutales se dispone de una estrategia integral para la socialización de los productos y procesos tecnológicos desarrollados. Para este fin, se cuenta con un equipo de investigadores y técnicos especializados, dispuestos a ofrecer productos de la investigación que permitan atender la problemática de estos cultivos.

El cultivo del aguacate es uno de los renglones de la agricultura que se ha venido desarrollando en el departamento del Tolima. Sin embargo, en la medida en que se incrementan las áreas, así mismo se amplían los problemas de orden fitosanitario, que impactan directamente sobre la productividad, competitividad y sostenibilidad del cultivo, con un efecto negativo no solo en la calidad sino también en los volúmenes para atender las demandas del mercado local, regional y nacional e internacional.



Esta publicación es parte del proyecto “Determinación de los factores incidentes en la prevalencia del problema fitosanitario de mosca blanca en aguacate (*Persea americana* Mill.) Hass y Lorena en el norte del Tolima” financiado por Colciencias. Este documento no sería posible sin la ayuda de los productores de aguacate, quienes por iniciativa propia vienen trabajando de manera desinteresada, adelantando acciones en el mejoramiento de la actividad comercial en este cultivo, cuya participación e interés permitieron el avance logrado, aportando su conocimiento y algunos de sus predios que sirvieron como fuente para la toma de la información.

Lorenzo Peláez Suárez
Director Corpoica CI Nataima

Introducción

El cultivo del aguacate es de gran importancia en el país. Colombia es el quinto productor a nivel mundial, con cerca del 6 % de la producción. Su cultivo se extiende predominantemente en 15 departamentos, aunque 8 de ellos aportan el 90 % de la producción del país. Entre ellos sobresalen Tolima, Antioquia, Bolívar y Cauca.

El Tolima es uno de los mayores productores de aguacate del país. Para el año 2013, había 9.770 hectáreas sembradas por 3.256 familias. Las siembras se concentraban principalmente en el norte del departamento, en municipios como Fresno, Herveo, Palocabildo, Casabianca y Falan. Sin embargo, existen otras áreas sembradas de importancia como Alvarado y, recientemente, Cajamarca.

El aguacate es un cultivo con una amplia oferta de cultivares para sembrar. Principalmente se tiene la distinción entre cultivares verdes, como Papelillo, Santana, Lorena y Choquette, que están enfocados en el mercado interno y el Hass que está enfocado hacia la exportación.

La diferenciación entre cultivares también se extiende a los problemas de plagas y enfermedades, teniendo diferentes afectaciones de acuerdo al cultivar del que se esté tratando. Para el caso de los pieles verdes, problemas como la mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) cobran gran importancia, mientras que el cultivar Hass, parece menos afectado por el problema.

El presente trabajo buscó encontrar los factores que favorecen la presencia de este insecto plaga en las plantaciones de aguacate, como la variedad, la altitud, el manejo y, biológicos, como los controladores naturales. Igualmente explorar, con base en esta información, estrategias eficientes y responsables con el medio ambiente para su manejo.



Capítulo I

Generalidades de la mosca blanca del aguacate

Edgar Herney Varón Devia
Luis Sigifredo Caicedo Riascos
Luisa Fernanda Quiroga

Introducción

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es una especie de la familia Lauraceae, distribuida desde México hasta el norte de Perú (Wolstenholme y Whiley 1995; Knight 2002; Bernal y Díaz 2008).

Actualmente, se cultiva en diferentes condiciones ambientales, desde zonas desérticas del sur de California (EE. UU.), hasta bosques húmedos tropicales de Centro y Suramérica (Bower y Cutting 1988).

En general, el aguacate es una especie perenne que puede alcanzar 10 m de altura; de morfología polimórfica, puede ser columnar, piramidal, obovado, rectangular, circular, semicircular, semielíptico e irregular, entre otros (Bernal y Díaz 2008).



Las hojas son pecioladas, alternas, con diferentes formas como ovada, obovada angosta, obovada, oval, redondeada, cordiforme, lanceolada, oblonga y oblongo-lanceolada; son de color verde medio a oscuro, se disponen de forma alterna a lo largo de las ramas con 12 a 25 cm de longitud. Las flores están agrupadas en inflorescencias de tallo largo, las cuales en grupos de diez crecen en las axilas y presentan grupos integrados que contienen hasta 450 flores, que pueden madurar en el transcurso de seis meses, de acuerdo a la temperatura y al cultivar. El fruto es una baya que varía en forma, según la raza, producen frutos en forma de pera que pueden pesar entre 100 y 1.000 g. El color de la cáscara cuando este está maduro puede ser verde, verde claro, verde oscuro, amarillo, anaranjado claro, rojo, púrpura, negro y la mezcla de los anteriores (Bernal y Díaz 2008). Los frutos se caracterizan por un pericarpio de color verde oscuro y, en ocasiones, morado oscuro y casi negro, dependiendo del cultivar y grado de madurez. El tamaño depende del cultivar; para el caso del cultivar Lorena es de 14 cm de largo y 9 cm de ancho (Bernal et al. 2014), con una gran semilla de unos 5 a 6,4 cm de largo (Ríos et al. 2005).

La composición genética del aguacate ha determinado la formación de tres razas: mejicana, guatemalteca y antillana, las que en el proceso evolutivo se desarrollaron bajo diferentes condiciones edafoclimáticas (Davenport 1986). Los cultivares de la raza guatemalteca son, en su mayoría, comerciales (Bernal y Díaz 2008).

Raza mexicana. *Persea americana* var. *Drymifolia*, conocida como raza mexicana, se adapta a climas muy fríos, soporta temperaturas de hasta 2,2 °C, y tiene como temperaturas óptimas, de 5 a 17 °C. Se adapta a alturas superiores a los 1.700 msnm; sus hojas son más pequeñas que las de las otras razas, son alargadas y con glándulas que contienen aceites esenciales que, al presionarlas, desprenden un fuerte olor a anís (Bernal y Díaz 2008; Knight 2002). El tiempo de floración a cosecha está entre seis y ocho meses y su fruto es pequeño (de 80 a 250 g).

Raza guatemalteca. *Persea nubigena* var. *Guatemalensis*, conocida como la raza guatemalteca, se adapta a condiciones subtropicales, con temperaturas óptimas de 4 a 19 °C. Los árboles de esta raza se adaptan a alturas entre 1.000 y 2.000 msnm; presenta, hojas sin olor a anís, de mayor tamaño que las de la raza mejicana, son de color verde más oscuro (Bernal y Díaz 2008). El tiempo de floración a cosecha es de ocho meses aproximadamente y tienden a producir frutos de tamaño mediano (de 125 a 250 g).

Raza antillana. *Persea americana* var. Americana se adapta a temperaturas de 18 a 26 °C. Una de las principales características de esta raza es el gran tamaño de sus frutos, que pueden ser de 250 a 2.500 g de peso, de formas ovaladas, redondas o piriformes; son de corteza brillante tersa o correosa, flexible, delgada, no granular y con pulpa muy baja en grasa (5 % a 15 %), y alta en azúcar (5 %), lo que vulgarmente se conoce como aguacates aguachentos. Las hojas de estas variedades no son aromáticas. Los árboles de esta raza no toleran el frío y mueren cuando la temperatura fluctúa entre los 2,2 y 4 °C. El color del fruto puede ser verde, verde amarillento, verde brillante o amarillo rojizo.

Los cultivares de la raza antillana, como Lorena, se desarrollan en zonas de bosque húmedo tropical y bosque húmedo premontano; su rango de adaptación está entre 0 y 1.500 msnm, temperaturas entre 18 y 26 °C y con alta humedad relativa, presenta un tiempo aproximado de floración a cosecha de cinco a ocho meses, el peso del fruto está entre 250 y 1.000 g (Scora et al. 2002; Bernal y Díaz 2008).

Los cultivares de las razas mexicana y guatemalteca requieren de una precipitación promedio de 660 a 1.500 mm y una humedad relativa cercana al 80 %. En tanto que los de raza antillana requieren una precipitación de 1.150 mm y una humedad relativa entre 75 % y 90 % (Bower y Cutting 1988).

Cultivar híbrido Hass. Es el principal cultivar del mundo, predominantemente guatemalteco, pero con algunos genes mexicanos; es una mutación espontánea de parentales desconocidos, que fue seleccionado por Rudolph Hass y patentado en 1935 (Newett et al. 2007). Los frutos son de tamaño mediano, con un peso que va de 150 a 400 g (Newett et al. 2007) y de 8 a 10 cm de largo, de forma ovoide a piriforme; la cáscara es mediana a gruesa, coriácea, de textura rugosa y corchosa y de superficie áspera a granulosa (Ríos-Castaño y Tafur-Reyes 2003).



El aguacate en Colombia

En Colombia la producción estimada en el año 2012 fue de 175.026 t, con un área cultivada de 19.934 ha, y un rendimiento promedio de 8,8 t/ha (DANE 2012). Cerca del 90 % de la producción del país se concentra en ocho departamentos: Tolima, Bolívar, Antioquia, Cesar, Santander, Caldas, Valle del Cauca y Cauca (MADR 2010).

Principales cultivares de aguacate en Colombia

Los cultivares comercialmente sobresalientes en Colombia son:

Lorena. Esta variedad fue originada en la finca Lorena, en Palmira, Valle del Cauca, Colombia, en 1957. Es un aguacate que se comporta muy bien a bajas altitudes; sin embargo, se ha visto con muy buen comportamiento en las zonas cafeteras de Colombia, hasta los 1.500 msnm. Presenta frutos de forma alargada, ligeramente oblicuos; de corteza lisa, lustrosa, con abundante punteado o número de nucelas; frutos de tamaño grande, 400 g de peso, con un contenido de grasa del 9 %, de color verde y de pedúnculo largo (Bernal y Díaz 2008) (figura 1).



Fotos: Ginna Cruz y Camilo Jaramillo

Figura 1. Aguacate cv. Lorena. a. Árbol; b. fruto.

Hass. Es el principal cultivar del mundo, cuenta con un 10 % a 15 % de la raza mexicana y el resto, 85 % a 90 %, de la raza guatemalteca. Es autofértil, pero se recomienda como polinizador de Fuerte o Ettinger. El árbol se asemeja en su arquitectura a la del naranjo, pero de mayor tamaño y es de buena producción. Los frutos son de buena calidad y permiten el almacenamiento, pues son de tamaño mediano, con un peso que va de 150 a 400 g y de 8 a 10 cm de largo; de forma ovoide a piriforme; la cáscara es rugosa, de color verde que se oscurece al madurar, tornándose negra. El fruto maduro se conserva bien en el árbol. El contenido de grasa de la pulpa es del 17 % hasta el 21 % (Bernal y Díaz 2008). La semilla es de tamaño mediano con adherencia media a la pulpa (Lemus et al. 2005) (figura 2).



Fotos: Ginna Cruz

Figura 2. Aguacate cv. Hass. a. Árbol; b. Fruto.

El aguacate en el norte del Tolima

El departamento del Tolima es productor destacado de aguacate en Colombia con 4.678 ha plantadas, lo que representa la mayor participación de producción en el país con 27,1 % a 2011 (Asohofrucol 2013). De esta área, había 1.200 ha de aguacates criollos sembrados en municipios como Alvarado, Ortega, Chaparral, Rioblanco, Rovira y Mariquita; 1.478 ha de papelillos (Lorena, Santana, entre otros) en municipios como Fresno, Mariquita, Palocabildo, Líbano, Falan y Rovira y 2.000 ha de Hass en municipios como Fresno, Palocabildo, Casabianca, Líbano y Herveo. Al área de Hass habría que adicionarle una cantidad mínima de 200 ha en Cajamarca.



Las moscas blancas

Las moscas blancas pertenecen al orden Hemíptera, compuesto por más de 30.000 especies de insectos fitófagos; actualmente, se consideran tres subórdenes: Auchenorrhyncha, Heteróptera y Sternorrhyncha, este último incluye las superfamilias: Aphidoidea, Psylloidea, Coccoidea y Aleyrodoidea (Borrer et al. 1989).

Las moscas blancas pertenecen a la familia Aleyrodidae, la cual está compuesta por insectos muy pequeños que obtuvieron su nombre debido a que el cuerpo y las alas de los adultos están cubiertos con una cera blanca, fina y polvosa o harinosa (Martin 2004).

La determinación taxonómica de moscas blancas del aguacate (Sternorrhyncha: Aleyrodidae) está basada en las características morfológicas del cuarto instar ninfal o pupa, pero es complicada por la variabilidad intraespecífica de las formas y tamaños de las pupas, posición de setas caudales y dorsales, papilas y estructura perianal (Martin 2006).

Distribución geográfica de *Paraleyrodes*

Paraleyrodes perseae Quaintance (1900) (citada por algunos investigadores como *Aleurodes perseae*) ha sido reportada en Cuba, México, Venezuela y Filipinas (Evans 2008); *Paraleyrodes ancora* Martin (2004), distribuida en Belice y Nicaragua (Martin 2004); *Paraleyrodes minei* Laccarino (1990) presente en Belice, Bermuda, Guatemala, Honduras, México, Puerto Rico y Estados Unidos (Martin 1996); esta especie ha desarrollado grandes poblaciones en San Diego (California) y causado preocupación por su potencial económico en cítricos y aguacates (California Department of Food and Agriculture 1991); *Paraleyrodes urichii* Quaintance & Baker (1913) ha sido incautada en embarques de aguacate en puertos de México (Mound y Halsey 1978); en México y California se reportó la especie *Paraleyrodes bondari* Peracchi (1971); su área de distribución actual comprende Belice, Brasil, Honduras, Venezuela, Perú, México y Estados Unidos (Martin 2004); esta especie representa una amenaza para la producción de aguacate debido a las altas poblaciones encontradas en los cultivos. En la actualidad, es una de las más móviles del género *Paraleyrodes* (Schall 2012); en Hawái se detectó desde hace seis años de forma esporádica distribuida en bajos niveles, y hoy funcionarios del Departamento de Agricultura de la isla la monitorean (Stocks 2012).

Especies de mosca blanca en aguacate en Colombia

En Colombia se han registrado cinco especies de moscas blancas asociadas al cultivo del aguacate: *Tetraleyrodes* sp. (Quaintance) (Gallego y Vélez 1992), *Aleurodicus pulvinatus* (Maskell) (Posada 1989; Saldarriaga y Posada 1993), *Paraleyrodes citricolus* (Costa Lima 1928; Martin y Mound 2007), *Aleurovitreus* sp. y *Paraleyrodes* sp. (Segura et al. 2012). De ninguna de estas especies se tiene conocimiento si causan daño económico que justifique implementar medidas de manejo integrado.

Moscas blancas encontradas en el norte del Tolima

La principal especie de mosca blanca encontrada correspondió al género *Paraleyrodes* (Quiroz 2015) (figura 3). Además se identificaron moscas blancas del género *Tetraleyrodes* según comunicación personal con la entomóloga del CIAT María del Pilar Hernández Montenegro, especialista en moscas blancas (figura 4).

Asimismo, en muestras enviadas al taxónomo de la Universidad Nacional de Colombia, John Albeiro Quiroz Gamboa, se encontraron especímenes de *Aleurocanthus* sp. (Hemiptera: Aleyrodidae: Aleyrodinae) en hojas de árboles de aguacate cv. Hass plantados en el municipio de Herveo. Por otro lado, otros individuos recolectados en el municipio de Fresno fueron identificados como *Paraleyrodes citricolus* (Quiroz 2015) y del género *Aleurovitreus* (Segura et al. 2012).



Foto: Luis Caicedo

Figura 3. Adulto de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. posado sobre hoja de aguacate.



Foto: Luisa Quiroga

Figura 4. Mosca blanca *Tetraleyrodes* sp.

Ciclo de vida de *Paraleyrodes Quaintance* pos. *bondari*

El ciclo total de desarrollo de mosca blanca en condiciones de laboratorio (22,09 °C y 78 % HR) duró 27,7 días $\pm$ 0,18 (n=10), así: de huevo a ninfa uno 8,00 días $\pm$ 0,0813 (n=11); de ninfa uno a ninfa dos 3,45 días $\pm$ 0,131 (n=11); de ninfa dos a ninfa tres, 4,45 días $\pm$ 0,110 (n=11); de ninfa tres a ninfa cuatro (pupa) 5,10 días $\pm$ 0,110 (n=10); y de ninfa cuatro (pupa) a adulto 6,60 días $\pm$ 0,189 (n=10) (Quiroga et al. 2014) (figura 5).

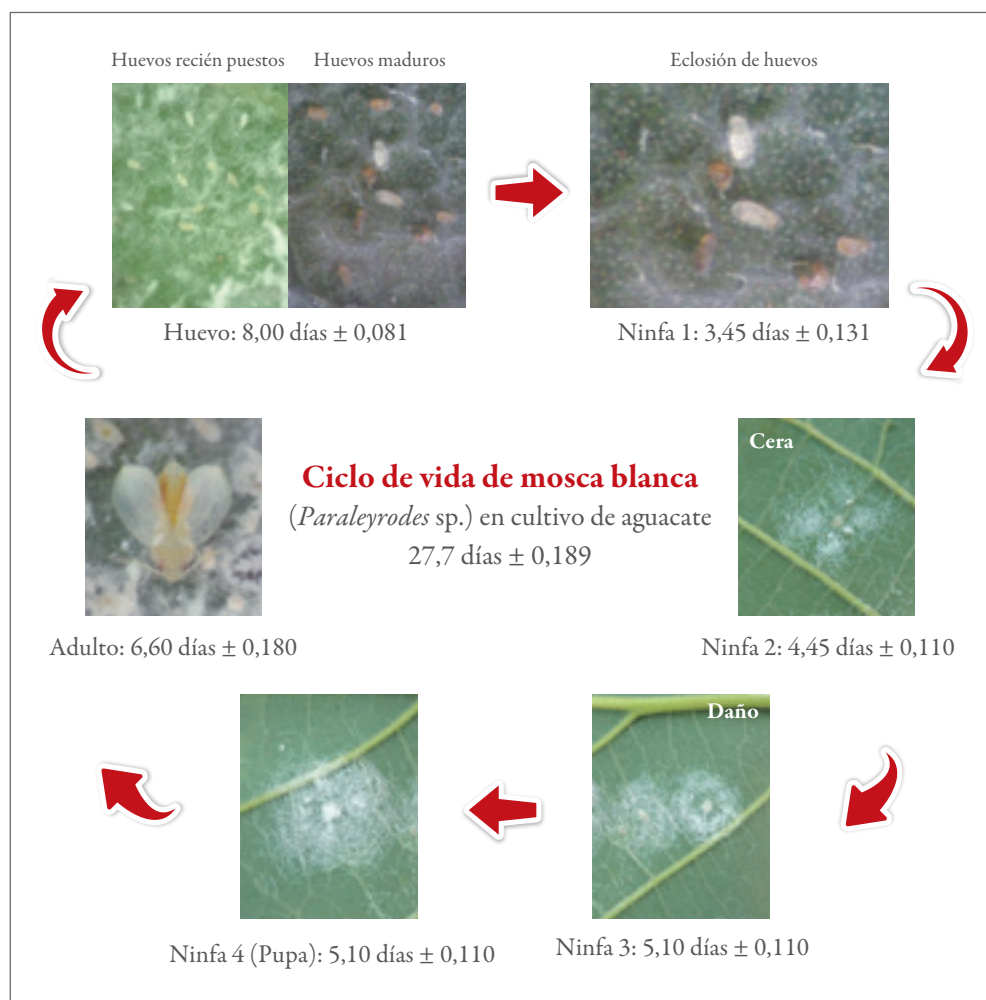


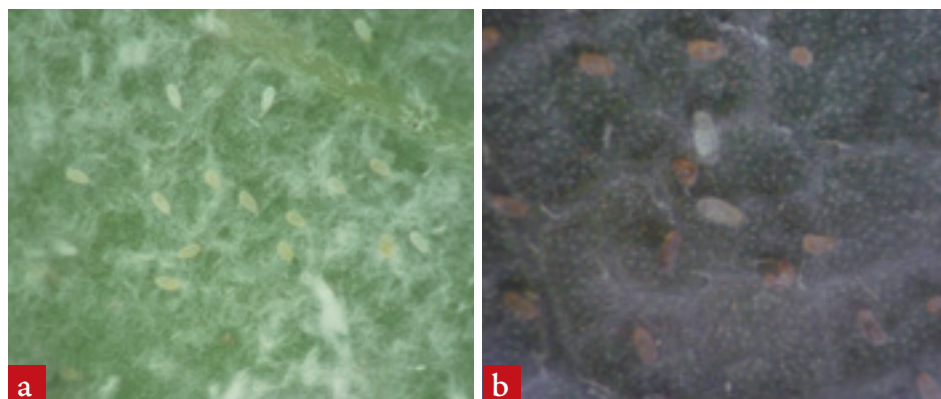
Figura 5. Descripción de los estados biológicos de la mosca blanca *Paraleyrodes* sp.

Fuente: Elaboración propia

Estado de huevo

Sánchez (2005), aunque no reportó condiciones de temperatura, humedad relativa y fotoperiodo, menciona que las hembras de mosca blanca del género *Paraleyrodes* sp. ovipositan en el envés de las hojas aproximadamente 125 huevos, de forma oval, blancos, en colonias de color blanco polvosas, los cuales eclosionan a los 10-12 días.

Quiroga et al. (2014) indicaron que los huevos presentan una coloración blanca lechosa y son de forma ovalada; a medida que se van desarrollando toman una coloración amarillo-dorado y son de forma cóncava (media luna); miden $0,240 \pm 0,1$ mm de largo y $0,111 \pm 0,001$ mm de ancho (figura 6).



Fotos: Luisa F. Quiroga

Figura 6. Desarrollo de huevos de mosca blanca. a. Huevos recién puestos; b. Huevos maduros.

Instares ninfales

Una vez se origina la eclosión del huevo, se da origen a una ninfa hexápoda móvil oval de color verde amarillento que se distribuye sobre el envés de las hojas maduras de todos los estratos del árbol de aguacate y dura cinco días en este estado; periodo durante el cual pierde al final las patas, para fijarse al envés de la hoja; tiene una forma parecida a una escama y rodeada de un anillo de cera blanca; en esta forma inmóvil, pasa dos estadios, más de seis a siete días, alimentándose de la savia y es en esta fase cuando provoca el mayor daño al árbol de aguacate (Sánchez 2005).



De acuerdo con el estudio en condiciones de casa de malla realizado por Quiroga et al. (2014), la ninfa recién emergida o “gateadora” se establece cerca del sitio de oviposición, tras localizar un lugar adecuado para insertar su estilete (aparato bucal) y alcanzar los tejidos del floema para alimentarse. De allí en adelante, la ninfa es sésil; tiene forma oval, con la parte distal ligeramente más angosta; es translúcida y con algunas manchas amarillas; mide $0,331\pm0,001$ mm de largo y $0,189\pm0,001$ mm de ancho (figura 7).



Fotos: Luisa F. Quiroga

Figura 7. Ninfa de primer instar.

La ninfa de segundo instar es translúcida, de forma oval, con bordes ondulados e inicia la producción de cera. Las ninfas de primer y segundo instar se ven con mayor facilidad si se usa una lupa de 40 aumentos; miden $0,536\pm0,009$ mm de largo y $0,336\pm0,006$ mm de ancho (figura 8).

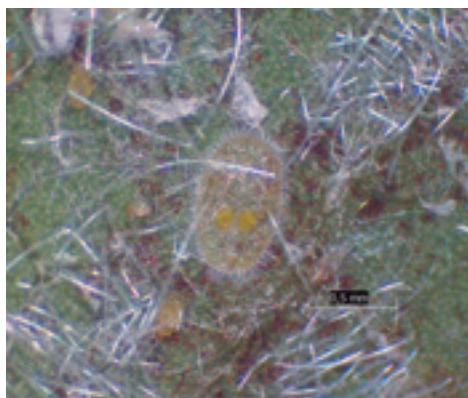


Foto: Luis Caicedo

Figura 8. Ninfa de segundo instar de la mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* Peracchi 1971 (Hemiptera: Sternorrhyncha; Aleyrodidae).

La ninfa de tercer instar es oval, aplanada y translúcida, semejante a la de segundo instar. El tamaño aumenta. Se observa con facilidad sobre el envés de la hoja sin necesidad de lupa; aumenta la producción de cera; miden $0,677 \pm 0,013$ mm de largo y $0,393 \pm 0,008$ mm de ancho (figura 9).



Fotos: Luisa F. Quiroga

Figura 9. Ninfa de tercer instar de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* Peracchi 1971 (Hemiptera: Sternorrhyncha; Aleyrodidae).

Estado de pupa

La pupa o pupario de *Paraleyrodes* spp., denominada también ninfa de cuarto instar, es oval, casi transparente. Según Quiroga et al. (2014) a medida que avanza su desarrollo se torna opaca y, en ese momento, se le da el nombre de pupa. Presenta hilos de cera de mayor abundancia. De perfil luce elevada con respecto a la superficie de la hoja. En las pupas más desarrolladas próximas a la emergencia de adultos, los ojos se observan con facilidad. Miden $0,821 \pm 0,004$ mm de largo y $0,487 \pm 0,004$ mm de ancho (figura 10).



Fotos: Luisa F. Quiroga

Figura 10. Pupa de la mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* Peracchi 1971 (Hemiptera: Sternorrhyncha; Aleyrodidae).



El pupario que forma *Paraleyrodes* es de color blanco lechoso, el tamaño es de aproximadamente 0,9 mm x 0,6 mm, con filamentos de cera blanca, larga y frágil (Cassino y Nascimento 1999). Presenta dos grandes poros en la parte cefálica y cuatro largos poros compuestos en la parte posterior abdominal: los dos anteriores con distintivas facetas ovoides y los dos posteriores presentan 14 pares de setas submarginales (PaDIL 2012).

Estado de adulto

De acuerdo con el estudio en condiciones de casa de malla realizado por Quiroga et al. (2014), el proceso de emergencia del adulto tarda aproximadamente 30 minutos. Las alas están plegadas, el abdomen presenta una coloración roja. La salida del adulto deja una marca en la exuvia en forma de T. El tiempo en extender las alas está cerca a los 45 minutos; las alas son traslúcidas inicialmente, pero con el tiempo van tomando una coloración blanca. La forma de punta en el abdomen de las hembras es un criterio que puede marcar diferencia con los machos, adicionalmente al tamaño, siendo las hembras más grandes (figura 11).

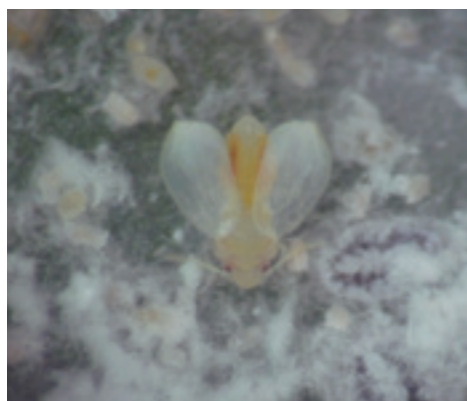


Foto: Luis Caicedo

Figura 11. Adulto de la mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* Peracchi 1971 (Hemiptera: Sternorrhyncha; Aleyrodidae).

Los adultos de *Paraleyrodes bondari* se caracterizan por tener la vena principal de las alas anteriores ramificada, la longitud del cuerpo es menor a 1 mm. Una forma de fácil identificación es el círculo de cera y mielecilla que forman y la la mosquita blanca se encuentra en el centro en forma de nido (PaDIL 2012). Los adultos miden cerca de $1 \pm 0,005$ mm de longitud, y tienen un cuerpo amarillo opaco con alas blancas. Dos bandas grises oblicuas se sitúan en cada

ala anterior y convergen hacia la línea media, de tal manera que parece formar una "X" modelo, con el centro de la "X" que falta (Martin 2004; Stocks 2012) (figura 11).

Daños ocasionados por las moscas blancas del aguacate

En general, las mosquitas blancas causan a sus hospedantes dos tipos de daños:

- Daños directos: derivados de la intensa actividad chupadora de savia de las ninfas y en menor intensidad, de los adultos, así como el taponamiento de estomas producido por la gran cantidad de melaza secretada por las ninfas (Santaballa et al. 1980).
- Daños indirectos: producidos por hongos saprófitos (fumaginas) que se desarrollan sobre la melaza que contribuyen a la asfixia y al debilitamiento de las hojas, así como a la reducción de la actividad biológica propia de la planta (figura 12) (Santaballa et al. 1980).

Como consecuencia de estos daños, la brotación se frena o debilita, disminuye la floración, el número de frutos y el calibre de los mismos, se produce un debilitamiento general del árbol así como la proliferación de otras plagas que viven protegidas bajo la densa capa de secreciones que producen las ninfas. Los problemas en actividades culturales y recolección son considerables, con disminución de rendimiento y aumento de riesgo de accidentes. Además, el precio de la fruta se ve afectado (Santaballa et al. 1980).



Foto: Luis Caicedo

Figura 12. Daño indirecto en el envés de la hoja de aguacate ocasionado por ninfas de mosca blanca *Paraleyrodes* sp., al excretar sustancias azucaradas que propician el crecimiento de fumagina.



Referencias

- [Asohofrucol] Asociación Hortifrutícola de Colombia. 2013. Plan de negocios de aguacate. Programa de Transformación Productiva; [consultado 2016 mar 2]. <https://www.ptp.com.co/documentos/PLAN%20DE%20NEGOCIO%20AGUACATE%20131211.pdf>.
- Bernal JA, Díaz CA. 2008. Tecnología para el cultivo del aguacate. Rionegro, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Bernal J, Díaz C, Osorio C, Tamayo A, Osorio W, Córdoba O, Londoño ME, Kondo DT, Carabalí A, Varón E, et al. 2014. Manual técnico. Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate. Medellín, [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Borror DJ, Triplehorn CA, Jhonson NF. 1989. An introduction to the study of insects. 6th ed. Philadelphia, EE. UU.: Saunders College Publishing.
- Bower J, Cutting J. 1988. Avocado fruit development and ripening physiology. En: Janick J, editor. Horticult Rev. 10:229-271.
- Caballero R. 1992. Whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) from Central America and Colombia including slide-mounted pupal and field keys for identification, natural enemies and economic importance [tesis de maestría]. [Manhattan, EE. UU.]: Kansas State University.
- California Department of Food and Agriculture. 1991. California Plant Pest and Disease Report. 10(1-2):1-29.
- Costa Lima A Da. 1928. Contribuição ao estudo dos aleyrodídeos da subfamília Aleurodicinae. Supplio Mems Inst Oswaldo Cruz. 4:128-140.
- Davenport T. 1986. Avocado Flowering. En: Janick, editor. Horticult Rev. 8: 257-289.
- [DANE] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2012. Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). Agronet; [consultado 2014 ago 28]. <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/ENA/boletin-prensa-ENA-2012.pdf>.



- Evans G. 2008. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world, and their host plants and natural enemies. APHIS; [consultado 2013 sep]. www.sel.barc.usda.gov:8080/lwF/World-Whitefly-catalog.pdf.
- Gallego FL, Veléz R. 1992. Lista de insectos que afectan los principales cultivos, plantas forestales, animales domésticos y al hombre en Colombia. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Knight RJ. 2002. History, distribution and uses. En: Whiley AW, Schaffer B, Wolstenholme BN, editores. The avocado, botany, production and uses. Wallingford, Inglaterra: CABI Publishing. pp. 1-14
- Lemus G, Ferreyra R, Gil P, Sepúlveda P, Maldonado P, Toledo C, Barrera C, Celedón JM. 2005. El cultivo del palto. 2ª edición. La Cruz, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Martin JH. 2006. The identity of *Paraleyrodes perseae* (Quaintance) (Stemorrhyncha: Aleyrodidae), a potential pest of fruit trees in the United States and beyond. Zootaxa. 1128:35-47.
- Martin JH. 2004. Whiteflies of Belize (Hemiptera: Aleyrodidae). Part 1. Introduction and account of the subfamily Aleurodicinae Quaintance & Baker. Zootaxa. 681:1-199.
- Martin JH. 1996. Neotropical whiteflies of the subfamily Aleurodicinae established in the western Palearctic (Homoptera: Aleyrodidae). J Nat Hist. 30:1849-1859.
- Martin JH, Mound LA. 2007. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). Zootaxa. 1492:1-84.
- [MADR] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2010. Anuario Estadístico de Frutas y Hortalizas 2006-2010. [consultado 2013 abr 27]. http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/Anuario/anuario_FH20062010.pdf.
- Mound LA, Halsey SH. 1978. Whitefly of the World. A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. Londres, Inglaterra: British Museum (Natural History).

- Newett SDE, Crane JH, Balerdi CF. 2007. Cultivares y portainjertos. En: Whiley AW, Schaffer B, Wolstenholme BN, editores. El palto. Botánica, producción y usos. Valparaíso, Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso, pp. 155-175.
- Pest and Diseases Image Library. 2012. *Paraleyrodes bondari*. PaDIL; [consultado 2016 mar]. <http://old.padil.gov.au/viewPest.aspx?id=275>.
- Posada L. 1989. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. Bogotá: MADR-ICA.
- Quiroga L, Varón E, Cruz G, Monje B, Sierra P. 2014. Ciclo biológico de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* (Hemiptera: Aleyrodidae) e identificación de parasitoides en aguacate (*Persea americana* Mill.). Ponencia presentada en: XLI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen). Santiago de Cali, Colombia.
- Quiroz J. 2015. Carta de identificación de especímenes de moscas blanca. En: Corporación Colcoombiana de Investigación Agropecuaria. Informe final de proyecto: “Determinación de los factores incidentes en la prevalencia del problema fitosanitario de mosca blanca en aguacate (*Persea americana* Mill) Hass en el norte del Tolima”. Bogotá, Colombia: Corpoica-Colciencias.
- Ríos-Castaño D, Tafur-Reyes R. 2003. Variedades de aguacate para el trópico: Caso Colombia. Ponencia presentada en: v Congreso Mundial de Aguacate. Málaga, España.
- Ríos D, Corrales DM, Daza GJ, Aristizábal A. 2005. Aguacate: variedades y patrones importantes para Colombia. Candelaria, Colombia: Profrutales.
- Saldarriaga VA, Posada FJ. 1993. Moscas blancas de Colombia: Reconocimiento clasificación, daños y comportamiento. Ponencia presentada en: XX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen). Santiago de Cali, Colombia.
- Sánchez OJJ. 2005. Control de mosca blanca (*Paraleyrodes persea* Quaintance y/o *Tetraleyrodes persea*) con microorganismos entomopatógenos. Boletín el Aguacatero N.º 44; [consultado 2013 ene 7]. <http://www.aproam.com/boletines/a44.htm>.



- Santaballa E, Borrás C, Colomer P. 1980. Lucha contra la mosca blanca de los cítricos *Aleurothrixus floccosus* Mask. Biol Serv Plagas. 6:109-118.
- Scora RW, Wolstenholme BN, Lavi U. 2002. Taxonomy and Botany. En: Whiley AW, Schaffer B, Wolstenholme BN, editores. The avocado, botany, production and uses. Londres, Inglaterra: CABI Publishing.
- Segura SC, Moreira DM, Gómez DW. 2012. Identificar las especies de mosca blanca y evaluar en campo el potencial de control con diferentes alternativas en el municipio de Fresno, Tolima [tesis de pregrado]. [Bogotá]: Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas.
- Schall, WL. 2012. Addressing difficult invasive whitefly problems in Palm Beach County, Florida. Documento presentado en: 95th Annual Meeting, Jupiter, Estados Unidos.
- Stocks IC. 2012. Bondar's nesting whitefly, *Paraleyrodes bondari*, a whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) new to Florida attacking *Ficus* and other hosts. Pest Alert. [consultado 2014 sep 3] <http://freshfromflorida.s3.amazonaws.com/paraleyrodes-bondari.pdf>.
- Wolstenholme B, Whiley A. 1995. Strategies for maximizing avocado productivity: An overview. Ponencia presentada en: III World Avocado Congress. Tel Aviv, Israel.

Factores bióticos y abióticos relacionados con la población de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*. Hemíptera: Aleyrodidae) en el cultivo de aguacate en el norte del Tolima

Ginna Natalia Cruz Castiblanco
Paola Vanesa Sierra Baquero
Buenaventura Monje Andrade
Édgar Herney Varón Devia

Introducción

La producción mundial de aguacate (*Persea americana* Mill.) en 2012 se estimó en 4.000.000 t; México es el principal productor con 1.107.140 t, seguido por Chile, República Dominicana, Indonesia y Colombia (Bareño 2014).

En Colombia, la producción estimada en 2012 fue de 175.026 t, con un área cultivada de 19.934 ha y un rendimiento promedio de 8,8 t/ha (DANE 2012). Cerca del 90% de la producción interna del país se concentra en ocho departamentos; dentro de estos se encuentra el Tolima, que aporta 47 % a la producción nacional, con 7.145 ha cultivadas, distribuidas entre los cultivares



Hass, Lorena y criollos (DANE 2012). Pese al aumento en las áreas cultivadas en las zonas productoras, los rendimientos con respecto a 2011 disminuyeron de manera considerable pasando de 10 t/ha a 8,8 t/ha en 2014; esto debido principalmente a problemas fitosanitarios y de manejo del cultivo (MADR 2012).

En el cultivo de aguacate, la enfermedad más importante es la pudrición de raíz causada por el hongo *Phytophthora* sp.; en relación con las plagas, se ha reportado la presencia de ácaros, áfidos, trips, escamas, picudos del follaje y, de menor impacto económico, la mosca blanca (Bernal y Díaz 2008). En Colombia se han registrado cinco especies de moscas blancas asociadas al cultivo del aguacate: *Tetraleurodes* sp. (Quaintance) (Gallego y Vélez 1992), *Aleurodicus pulvinatus* Maskell (1895) (Posada 1989), *Paraleyrodes citricolus* Costa Lima (1928) (Martin y Mound 2007), *Aleurovitreus* sp. y *Paraleyrodes* sp. (Segura et al. 2012); los dos últimos géneros son los identificados en Fresno, Tolima.

La incidencia de mosca blanca en la región norte del Tolima durante los últimos años se ha incrementado, lo que ha causado serios problemas a los productores de la región. El mecanismo de ataque del insecto a la planta consiste en que las ninfas y los adultos, al alimentarse de la savia, producen debilitamiento, amarillamiento, deformación e incluso defoliación. El daño indirecto es producido principalmente por la acumulación de secreciones azucaradas (“miel de rocío”) y favorece el crecimiento de fumagina (*Capnodium* sp.), un hongo que interfiere y disminuye la fotosíntesis y otros procesos fisiológicos (López-Ávila 2004).

Actualmente, no hay información confiable sobre el ciclo de vida y los posibles agentes de control de este insecto plaga en Colombia. Por ello, los objetivos de este estudio fueron: 1) examinar la relación entre el ambiente y los factores fenológicos con la población del insecto plaga; 2) determinar el impacto potencial de los enemigos naturales sobre la fluctuación poblacional; y 3) caracterizar las familias de insectos benéficos asociados al cultivo de aguacate del norte del Tolima, con el fin de establecer una propuesta de muestreo y de reconocimiento de enemigos naturales para esta plaga.

Materiales y métodos

Localización

El estudio se desarrolló en dos fincas: Cafetales Villamaría parcela N.º 5 (0,5° 10' 46,2" N 0,74° 58' 56,4" O) localizada en la vereda La Mireya, con una altitud de 1.360 msnm; y La Chiripa (0,5° 10' 46,2" N 0,74° 58' 56,4" O) en la parcela Palenque con una altitud de 1.095 msnm, ambas ubicadas en el municipio de Fresno, Tolima (figura 13).

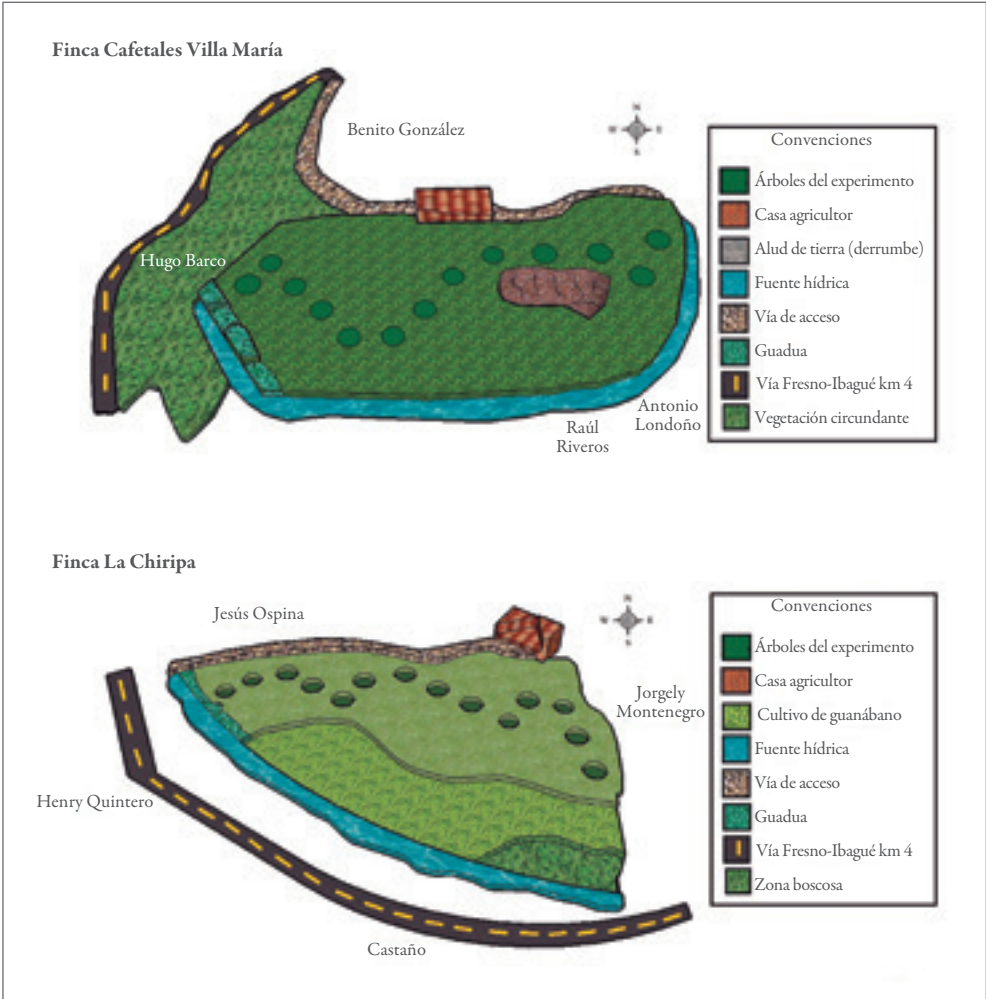
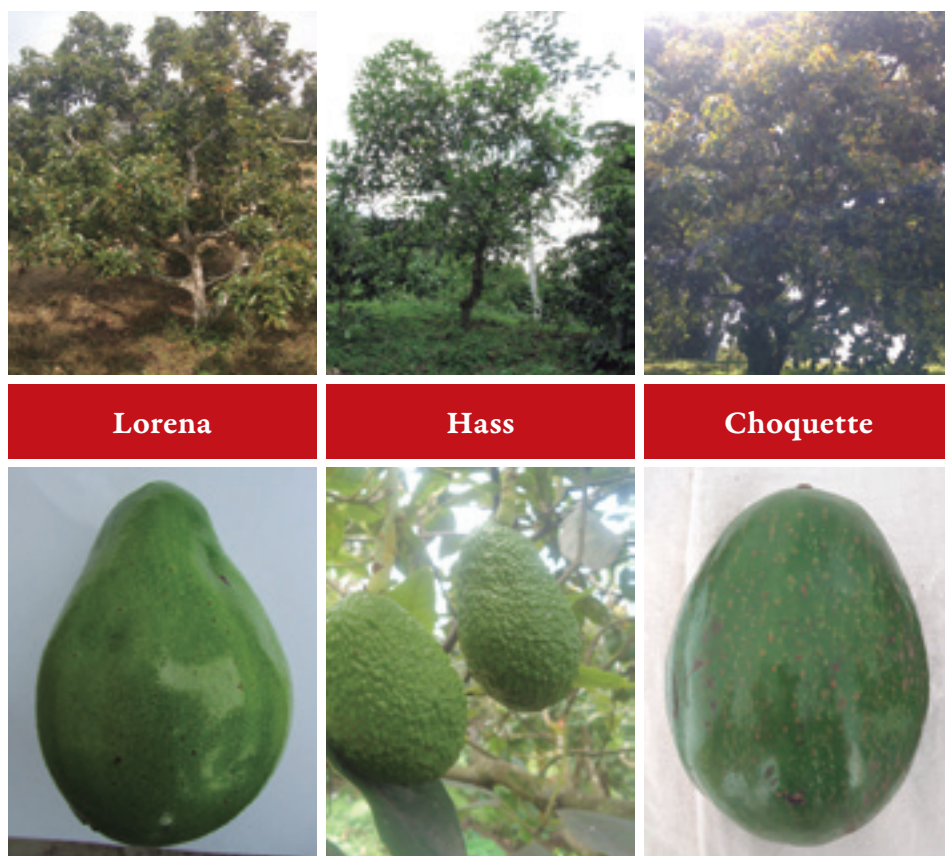


Figura 13. Mapas de las fincas seleccionadas para el estudio de la población de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*. Hemíptera: Aleyrodidae) en Fresno y Herveo, Tolima, Colombia.
Fuente: Elaboración propia

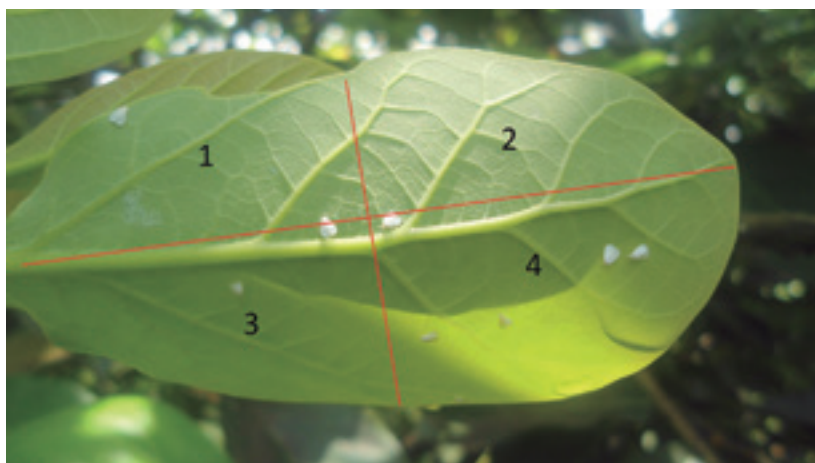
Fluctuación de la población

Se hicieron evaluaciones dos veces por semana durante nueve meses (agosto a diciembre de 2012 y enero a abril de 2013), en cinco árboles de aguacate de los cvs. Hass, Lorena y Choquette (figura 14) muestreados al azar en las fincas seleccionadas. Cada árbol fue evaluado en el estrato bajo, tomando tres ramas de 60 cm, de las cuales se seleccionaron cinco hojas intermedias, para un total de 15 hojas por árbol; la metodología para la evaluación del porcentaje de infestación se obtuvo al dividir la hoja en cuatro cuadrantes y determinar el porcentaje ocupado por las colonias de *Paraleyrodes* en cada uno (Southwood y Henderson 2000) (figura 15). Los resultados del muestreo fueron promediados por árbol y por semana.



Fotos: Autores

Figura 14. Cultivares de aguacate seleccionados para realizar evaluaciones de mosca blanca del aguacate (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*).



Fotos: Autores

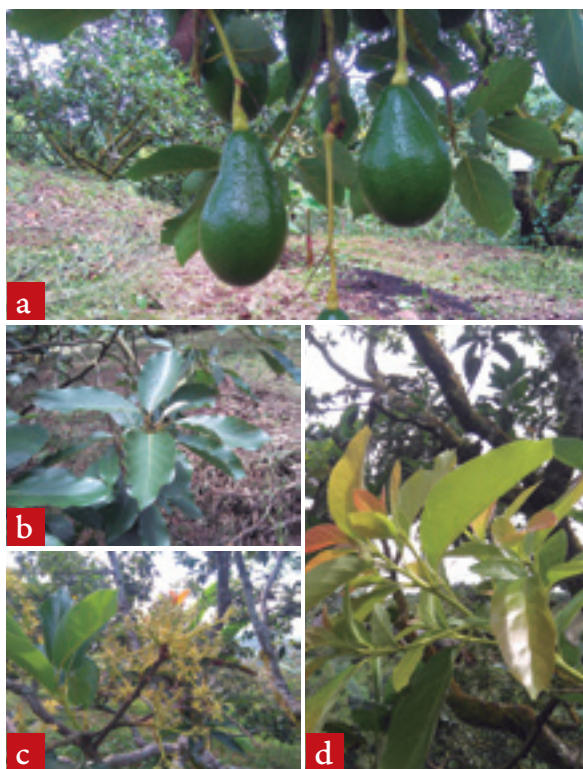
Figura 15. Esquema metodológico empleado para calcular el porcentaje de área ocupada por la mosca blanca del aguacate (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*).

Variables climáticas

Se instaló en cada una de las fincas una estación climática (WatchDog series 2000® de Spectrum Technologies, Inc.), las cuales se usaron para registrar las variables climáticas (r), principalmente temperatura promedio (°C), precipitación (mm) y humedad relativa (%). Estas condiciones se asentaron cada 15 minutos y la información se almacenó en un computador semanalmente, al igual que el promedio de los datos.

Estados fenológicos

En cada árbol se hizo una división espacial imaginaria (norte, sur, este y oeste). En el muestreo se cuantificó el porcentaje de incidencia de cada uno de los estados fenológicos: dormancia (ausencia de nuevas hojas), vegetativo (desarrollo de nuevas hojas), floración (presencia de botones o flores) y fructificación (presencia de frutos) (figura 16). Cada división fue equivalente al 100 %, con esto la suma total en porcentaje fue de 400 %. Los árboles bajo estudio fueron de los cvs. Lorena, Hass y Choquette. Estos cultivares son de origen antillano, guatemalteco x mexicano y antillano x guatemalteco, respectivamente. Todos los árboles tenían una edad promedio de seis años.



Fotos: Autores

Figura 16. Estados fenológicos de árboles de aguacate. a. Fructificación; b. Dormancia; c. Floración; d. Vegetativo.

Porcentaje de parasitismo y depredación

En cada finca se hizo una colección semanal aleatoria de cinco hojas infestadas. El número total de ninfas se cuantificó y se agrupó en parasitadas, depredadas y no afectadas. Este proceso de agrupamiento se basó en el aspecto de las pupas emergidas: la que tenía un orificio en forma de T se consideró normal (Hoddle 2006), la que tenía un orificio de forma redondeada se consideró parasitada (Naranjo et al. 2004), y, si la pupa tenía una forma irregular y no presentaba contenidos internos, se consideró depredada.

Con el fin de identificar los parasitoides que se alimentan de *Paraleyrodes*, se colectaron cinco hojas con presencia de colonias. Posteriormente, se colocaron las hojas en cámaras húmedas, que consistieron en cajas Petri (150 x 20 mm) con algodón humedecido. Una vez los parasitoides emergieron de la pupa, fueron conservados en viales de vidrio de 15 ml llenos con alcohol al 70 % (figura 17).



Fotos: Autores

Figura 17. Cámaras húmedas para la identificación de parasitoides asociados a *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*.

Recolección, identificación y cuantificación de la fauna asociada

En las dos fincas se realizaron muestreos mensuales y durante nueve meses en un árbol de cada una de los tres cultivares en estudio. En cada fecha de muestreo, se aplicó un insecticida piretroide (cipermetrina) a una dosis de $100 \text{ cm}^3/20 \text{ L}$. Bajo el dosel del árbol, se colocó una tela tul sobre el suelo, y después de 20 minutos se recolectaron los artrópodos que cayeron. Estos artrópodos fueron conservados en viales de vidrio que contenían una mezcla de 90 % de alcohol (al 70 %) y 10 % de glicerina.

La identificación de los depredadores y parasitoides se realizó después de una observación en un estereoscopio de 50X de aumento. Cada orden de insecto y las familias potencialmente benéficas se agruparon; los individuos pertenecientes a esas familias se clasificaron como morfoespecies, de acuerdo a características similares. Se estableció la abundancia relativa de cada familia, con el fin de encontrar las más importantes y abundantes familias presentes. Los especímenes fueron enviados al taxónomo de la Universidad Nacional de Colombia, John Albeiro Quiroz para su identificación.



Análisis de datos

Se estableció la relación entre las variables fenológicas y climáticas y la población de la mosca blanca a través del índice de correlación de Pearson. Con el fin de comparar las variables entre fincas, se hicieron análisis de varianza y comparaciones de medias de Tukey. Los datos se sometieron a pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, para la variable porcentaje (%) de área ocupada por las moscas blancas. Fue necesaria la transformación de los datos por medio del método de raíz cuadrada con el fin de obtener normalidad de las cifras, usando el programa SAS 9.1. (SAS Institute 2009). Para cuantificar la diversidad de la fauna benéfica, se calculó el índice de Shannon (Shannon y Weaver 1949).

Resultados y discusión

Fluctuación poblacional de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*

El análisis de varianza (Anova) mostró una diferencia entre las dos fincas en estudio ($p < 0,0001$) para la variable porcentaje de área foliar ocupada por las colonias de mosca blanca. Por lo tanto, se hizo un análisis independiente para cada finca.

Finca Cafetales Villa María. El porcentaje de área foliar ocupada por *Paraleyrodes* en todos los cultivares mostró un patrón relativamente estable durante los 36 meses (figura 18); el cv. Lorena tuvo el más alto porcentaje promedio ($3,01 \% \pm 0,02 \%$), seguido por el cv. Choquette ($1,94 \% \pm 0,02 \%$) y finalmente el cv. Hass ($1,53 \% \pm 0,02 \%$). El ANOVA para el área foliar afectada por *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*, entre cultivares mostró una diferencia significativa ($p < 0,0001$). La prueba de Tukey indicó que el cv. Lorena tuvo una incidencia significativamente más alta comparada con los cvs. Choquette y Hass.

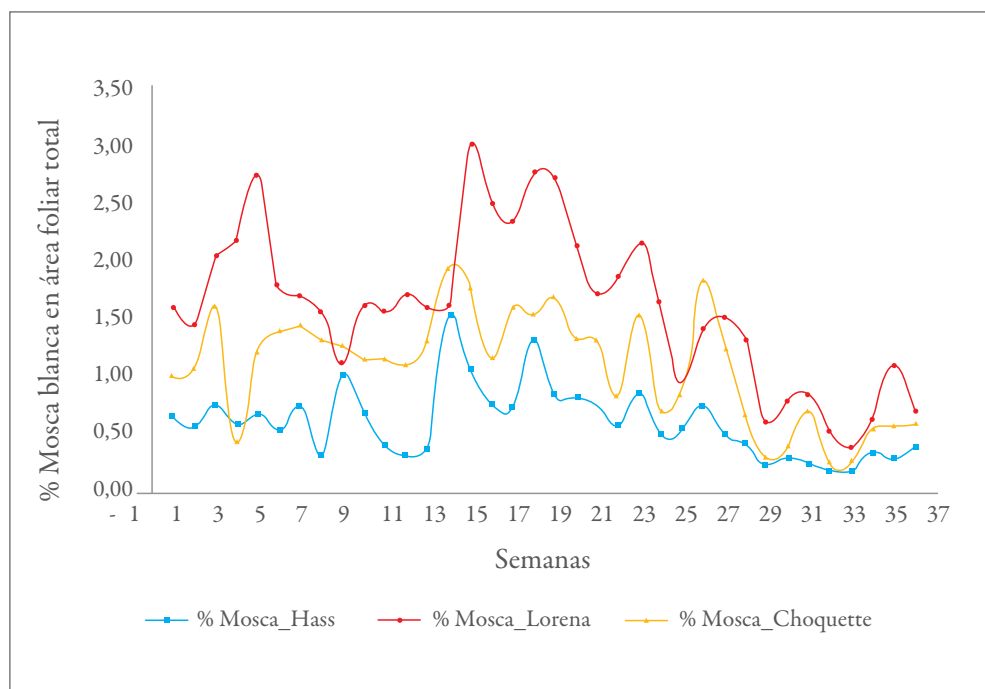


Figura 18. Área foliar ocupada por la mosca blanca del aguacate (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) en los cultivares Hass, Lorena y Choquette plantados en la finca Cafetales Villa María, 2012-2013, Fresno, Tolima, Colombia.

Fuente: Elaboración propia

Finca La Chiripa. La fluctuación de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* mostró picos poblacionales significativos durante las 36 semanas de muestreo en los tres cultivares (figura19). Las poblaciones promedio fueron más altas que en la finca Cafetales Villa María; el cv. Lorena mostro la mayor área foliar ocupada ($5,32 \% \pm 0,08 \%$), seguida por Hass ($4,09 \% \pm 0,06 \%$) y Choquette ($3,84 \% \pm 0,07 \%$). Se encontraron diferencias estadísticas entre cultivares para el porcentaje de área ocupada por la mosca blanca ($p < 0,0318$). La prueba de Tukey determinó que el cv. Lorena tuvo la más alta incidencia de mosca blanca seguida por los cvs. Hass y Choquette.

La mayor presencia de *Paraleyrodes* en el cv. Lorena se puede deber al alto porcentaje de carbohidratos totales y no reductores contenidos en el follaje, comparado con los cvs. Hass y Choquette. Además, el cv. Hass presenta mayor cantidad de cumarinas, terpenos y esteroides en sus hojas (Sierra et al. 2014).

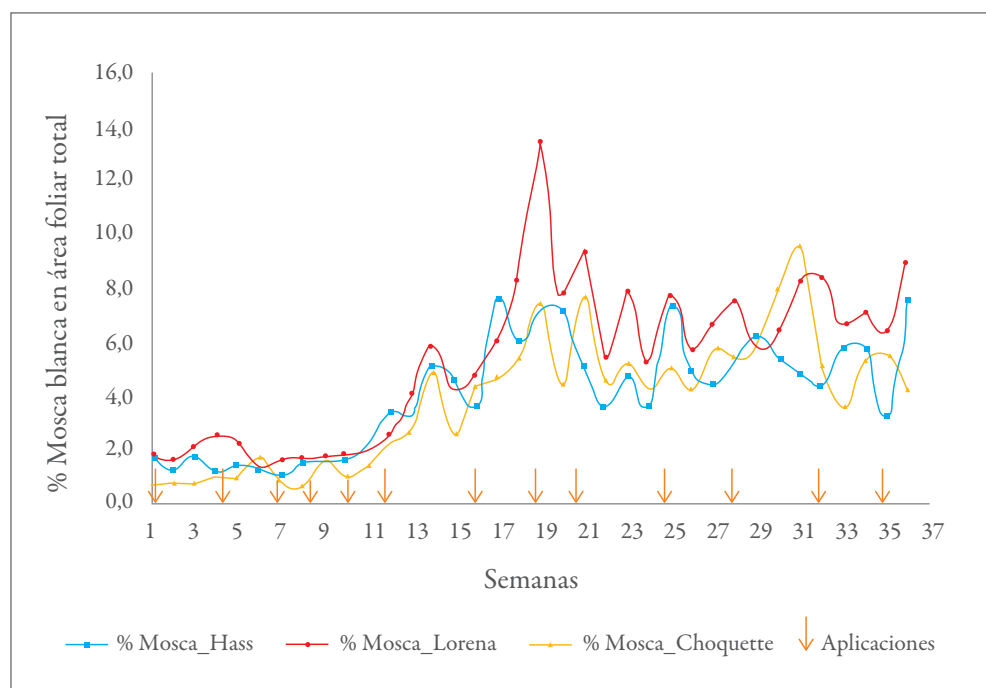


Figura 19. Área ocupada por la mosca blanca del aguacate (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) en tres cultivares de aguacate (Hass, Lorena, Choquette) plantados en la finca La Chiripa, 2012-2013, Fresno, Tolima, Colombia.

Fuente: Elaboración propia

A pesar de que en la finca La Chiripa se hicieron 13 aplicaciones de insecticidas de diferentes ingredientes activos para el control de *Paraleyrodes* (Tiacloprid + Deltametrina, Imidacloprid, Metomil, Malathion y Lambda-cihalotrina) durante el tiempo de muestreo, las poblaciones de mosca blanca tuvieron, en general, un aumento progresivo. Por el contrario, en la finca Cafetales Villa María, donde hubo una aplicación mucho menor de insecticidas durante este estudio, la población tuvo una tendencia contraria.

Respecto a esta diferencia, una de las causas que se ha encontrado para la falta de efectividad de los insecticidas sobre poblaciones de moscas blancas es la generación de resistencia. Chipre Vassiliou et al. (2011) registraron niveles moderados a altos de resistencia de *Bemisia tabaci* a Imidacloprid y Thiamethoxam. A su vez, Martínez-Carrillo et al. (2006) en un estudio de cinco años, encontraron incrementos significativos de resistencia de *B. argentifolii* a cipermetrina (piretroide), metil paration y metamidophos (ambos organofosforados).

Variables climáticas

Finca Cafetales Villa María. Se encontró una correlación positiva entre la temperatura promedio semanal y la población de mosca blanca en el cv. Hass ($r=0,33$, $p=0,0465$), y una correlación negativa entre la población de mosca blanca y la humedad relativa ($r=-0,34$, $p=-0,0413$) en el cv. Lorena.

Finca La Chiripa. Se observó una correlación negativa entre la humedad relativa y la población de la mosca blanca en todos los cultivares (Hass: $r=-0,46$, $p=0,0043$, Lorena: $r=-0,38$, $p=0,0222$ y Choquette: $r=-0,41$, $p=0,0130$). La humedad relativa mostró una influencia clara sobre la fluctuación poblacional, siendo este factor muy importante para el desarrollo de los huevos y las ninfas de primer instar (Hilje 1996; Gerling et al. 2001); sin embargo, esta variable está además relacionada con la temperatura y la precipitación (Jiménez 2009).

La relación apreciada entre la fluctuación poblacional y la humedad relativa difiere de lo mencionado en otros estudios como el de Meena et al. (2013) que no encontraron una relación entre los parámetros climáticos y la fluctuación poblacional de *B. tabaci*. Así mismo, un resultado distinto obtuvieron Senfu et al. (2013), al concluir que la temperatura fue el factor abiótico más influyente en la fluctuación poblacional de *B. tabaci*. Karut et al. (2004) establecieron que las temperaturas mínimas diarias durante los meses de julio y agosto estuvieron relacionadas con un aumento en las capturas de *B. tabaci*. La información referida es coherente con la de Singh et al. (2013), que hace énfasis en la relación negativa entre la humedad relativa máxima y mínima con la población de *B. tabaci*.

Estados fenológicos

Finca Cafetales Villa María. El porcentaje de área ocupada por la mosca blanca estuvo inversamente correlacionada con el estado fenológico vegetativo en todos los cultivares ($r=-0,35$, $p=0,0404$ para Hass, $r=-0,44$, $p=0,0500$ para Lorena y $r=-0,41$, $p=0,0035$ para Choquette).

Finca La Chiripa. No se encontró correlación entre los estados fenológicos y la población de mosca blanca.



Porcentaje de parasitismo y depredación

Finca Cafetales Villa María. El cv. Choquette mostró el mayor nivel de parasitismo, seguido por los cvs. Lorena y Hass, con $47,81 \% \pm 1,46 \%$; $37,49 \% \pm 1,32 \%$ y $33,31 \% \pm 3,13 \%$, respectivamente. El cv. Lorena mostró el más alto porcentaje de depredación ($33,09 \% \pm 2,45 \%$) seguido por el cv. Hass ($31,23 \% \pm 1,28 \%$) y el cv. Choquette ($25,36 \% \pm 1,38 \%$).

El porcentaje de parasitismo estuvo correlacionado con el porcentaje de depredación para los cvs. Lorena y Choquette con un valor de $p=0,0003$ y $0,0035$; y un $r=0,57$ y $0,32$, respectivamente. El porcentaje de área ocupada por la mosca blanca estuvo correlacionado con el porcentaje de depredación para el cv. Choquette ($r=0,34$, $p=0,0441$).

Finca La Chiripa. El porcentaje de parasitismo fue de $31,80 \% \pm 1,47 \%$ para el cv. Choquette, $31,43 \% \pm 1,22 \%$ para el cv. Lorena y $31,11 \% \pm 2,21 \%$ para el cv. Hass. En tanto que el cv. Lorena mostró el más alto porcentaje de depredación ($36,30 \% \pm 3,22 \%$), seguido por los cvs. Hass ($31,91 \% \pm 3,22 \%$) y Choquette ($27,61 \% \pm 1,40 \%$). El análisis de correlación de Pearson mostró una relación entre el porcentaje de infestación de mosca blanca y el porcentaje de parasitismo en los tres cultivares con un valor $p=0,0004$, $<0,0001$, $<0,0001$ y $r=0,56$, $0,75$, $0,63$ para los cvs. Hass, Lorena y Choquette, respectivamente.

En general, los niveles de parasitismo y depredación fueron altos en ambas fincas. La relación dependiente de la densidad entre parasitismo y la población de mosca blanca encontrada en la finca La Chiripa concuerda con Medina et al. (2002), quienes indicaron que los parasitoides (un factor biótico) son a menudo organismos dependientes de la densidad que actúan en relación directa con sus hospederos. Esto significa que si la población del insecto plaga aumenta, así lo hace la población del parasitoide.

Enemigos naturales

Los especímenes himenópteros del género *Amitus* (Platigastridae: Platygastroidea), *Encarsia* (Aphelinidae: Chalcidoidea), y *Eretmocerus* (Aphelinidae: Chalcidoidea) fueron los principales parasitoides encontrados asociados a *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Gerling et al. (2001)

y Manzano (2000), quienes afirman que los principales enemigos naturales de moscas blancas están dentro de la familia Aphelinidae y Platigastridae, y particularmente, en los géneros *Encarsia*, *Eretmocer* y *Amitus*. Myartseva et al. (2012) reportaron que *Eretmocer* sp. es un ecto o endoparasitoide solitario de moscas blancas (Hemíptera: Aleyrodidae).

Durante las observaciones de exuvias de pupa de mosca blanca, algunas larvas de Crisopidae fueron vistas depredando estados ninfales de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*. Este resultado es acorde con el reportado por Jiménez (s. f.), quien indicó que las larvas de Crisopidae se alimentan de varias especies de insectos de cuerpo blando, incluyendo estados inmaduros de moscas blancas. Así mismo, Reyes y Zambrano (2001) resaltaron que la especie *C. externa* mostró preferencia por alimentarse con áfidos, moscas blancas y larvas de lepidóptero pequeñas.

Recolección, identificación y cuantificación de fauna asociada

Finca Cafetales Villa María. El cv. Choquette mostró la más alta diversidad de fauna benéfica ($H=2,94$) (tabla 1).

Tabla 1. Índice de diversidad de insectos potencialmente benéficos en tres fincas de aguacate, para los cultivares Hass, Lorena y Choquette en Fresno y Herveo, Tolima, Colombia, agosto 2012-febrero 2013

Finca	Cultivar	N.º individuos	H índice Shannon
Cafetales Villa María	Hass	34	2,29
	Lorena	52	2,30
	Choquette	65	2,94
La Chiripa	Hass	28	2,90
	Lorena	36	2,59
	Choquette	23	1,91

Fuente: Elaboración propia



Finca La Chiripa. El cv. Choquette mostró la más baja diversidad de fauna benéfica ($H=1,91$), posiblemente debido a la aplicación constante de insecticidas (tabla 1). En general, las diversidades fueron similares en las dos fincas, aunque un poco más bajas en la finca La Chiripa (2,51 *versus* 2,46), la cual tuvo un mayor nivel de aplicación de insecticidas.

Durante el periodo de estudio, se encontraron 25 morfoespecies de potenciales enemigos naturales pertenecientes a 18 familias, sumando 331 individuos potencialmente benéficos. De ese total, 60,42 % fueron clasificados como parasitoides y 39,42 % fueron considerados como depredadores. Los parasitoides identificados fueron 100 % del orden Himenóptero. Esto corrobora lo afirmado por Cisneros (1995), quien califica a este orden como el mayor parasitoide de plagas. Más aún, dentro de ese orden, las superfamilias Ichneumonoidea y Chalcidoidea son consideradas las más importantes.

Los depredadores más abundantes pertenecían a las familias Chrysopidae (32,82 %), Coccinellidae (17,17 %) y Dolichopodidae (16,79 %). Dentro de los parasitoides, Trichogrammatidae (32,00 %), Braconidae (30,00 %), Pteromalidae (15,50 %) y Scelionidae (15,00 %) fueron las familias con mayor abundancia relativa.

Conclusiones

El cv. Lorena mostró la más alta incidencia de *Paraleyrodes*, comparada con los cvs. Choquette y Hass. Esto se podría atribuir a un mayor porcentaje de carbohidratos totales y no reductores existentes en el follaje. Además, el cultivar Hass presentó mayor cantidad de cumarinas, terpenos y esteroides en sus hojas.

La humedad relativa fue la única variable climática correlacionada en forma inversa con el porcentaje de área foliar ocupada por *Paraleyrodes* en todos los cultivares en la finca La Chiripa y en el cv. Lorena en la finca Cafetales Villa María. Este factor ha sido reportado como muy importante para el desarrollo de los huevos y las ninfas de primer instar de las moscas blancas, aunque está condicionado por otras variables climáticas como la temperatura.

El estado fenológico vegetativo estuvo inversamente correlacionado con el porcentaje de área foliar ocupada por *Paraleyrodes* en todos los cultivares en la finca Cafetales Villa María.

Se presentaron altos niveles de parasitismo y depredación en el estudio. Entre los enemigos naturales, los géneros *Amitus* sp. (Platigastridae, Platygastroidea), *Encarsia* sp. (Aphelinidae, Chalcidoidea), *Eretmocerus* sp. (Aphelinidae, Chalcidoidea) y *Chrysopa* sp. (Chrysopidae) fueron los principales enemigos naturales de *Paraleyrodes* encontrados. Todos estos géneros han sido señalados como enemigos naturales de moscas blancas en otros países.



Referencias

- Bareño F. 2014. Estado actual y perspectivas de la cadena del aguacate en Colombia. Finagro; [consultado 2014 ago 26]. https://www.finagro.com.co/sites/default/files/node/basic-page/files/cadena_de_aguacate.pdf.
- Bernal JA, Díaz CA. 2005. Tecnología para el cultivo de aguacate. Manual Técnico 5. Rionegro, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Cisneros F. 1995. Control de plagas agrícolas. Capítulo VIII. Control biológico. Avocadosource; [consultado 2013 may 16]. http://avocadosource.com/books/CisnerosFausto1995/CPA_8_PG_102-147.pdf.
- [DANE] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2012. Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). [consultado 2014 ago 28]. <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/ENA/boletin-prensa-ENA-2012.pdf>.
- Gallego FL, Vélez R. 1992. Lista de insectos que afectan los principales cultivos, plantas forestales, animales domésticos y al hombre en Colombia. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Gerling D, Alomar O, Arnó J. 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids. Crop Prot. 20(9):779-799.
- Hilje L. 1996. Aspectos biológicos de *Bemisia tabaci* en Mesoamérica. Manejo integrado de plagas y agroecología. 35:46-54.
- Hoddle MS. 2006. Phenology, life tables, and reproductive biology of *Tetraleurodes perseae* (Hemiptera: Aleyrodidae) on California avocados. Ann Entomol Soc Am. 99(3):553-559.
- Jiménez O. Capítulo. II: Reguladores de poblaciones de moscas blancas. En: Instituto Colombiano Agropecuario. Manejo Integrado de Moscas Blancas. [consultado 2013 may 16]. <http://www.ica.gov.co/getattachment/c7d21173-307f-4abe-902c-939c56e76f2c/Manejo-integrado-de-las-moscas-blancas.aspx>.
- Jiménez E. 2009. Métodos de control de plagas. [consultado 2013 may 16]. <http://www.unilibrecucuta.edu.co/site/images/pdf/citas%20y%20bibliografia.pdf>.
- Karut K, Chu CC, Henneberry TJ, Kazak C. 2004. Determination of seasonal activity of the sweetpotato white fly (Homoptera: Aleyrodidae) and leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) by plastic cup traps on the Çucurova plain, Turkey. Plant Protect Sci. 41(1):8-13.

- López-Ávila A. 2004. Biología y control biológico de las moscas blancas. Ponencia presentada en: Seminario Tecnológico sobre Mosca Blanca. Espinal, Colombia.
- [MADR] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2012. Anuario Estadístico de Frutas y Hortalizas 2007-2011 y sus calendarios de siembras y cosechas. Agronet; [consultado 2014 ago 28]. <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/Anuario/ANUARIO%20ESTADISTICO%20DE%20FRUTAS%20Y%20HORTALIZAS%202011.pdf>.
- Manzano MR. 2000. Evaluation of *Amitus fuscipennis* as biological control agent of *Trialeurodes vaporariorum* on bean in Colombia [tesis doctoral]. [Wageningen, Holanda]: Wageningen University.
- Martin JH, Mound LA. 2007. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). Zootaxa. 1492:1-84.
- Martínez-Carrillo JL, Servín-Villegas R, Nava-Camberos U, Cortez-Mondaca E, García-Hernández JL. 2006. A five-year study of insecticide resistance in whitefly *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring from the Yanqui Valley, México. Southwest Entomol. 31(4):307-320.
- Medina S, Ortega LD, González H, Villanueva JA. 2002. Influencia de arvenses sobre el complejo mosca blanca-virosis-parasitoides en Veracruz, México. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. 65:75-81.
- Meena RS, Ameta OP, Meena BL. 2013. Population dynamics of sucking pests and their correlation with weather parameters in chilli, *Capsicum annum* L. Crop. The Bioscan. 8(1):177-180.
- Myartseva S, Ruiz E, Coronado J. 2012. Especies de *Eretmocerus* Haldeman (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitoides de mosquitas blancas del género *Tetraleurodes* Cockerell (Homoptera: Aleyrodidae) en México, con la descripción de tres especies nuevas. Dugesiana; [consultado 2013 may 16];18(2):1-7. http://dugesiana.cucba.udg.mx/dugesiana_feb2012/189.pdf.
- Naranjo SE, Cañas LA, Ellsworth PC. 2004. Mortalidad de *Bemisia tabaci* en un sistema de cultivos múltiples. Rev Hort Int. [consultado 2012 sep 10];43:14-21. <http://ag.arizona.edu/crop/cotton/insects/wf/horticultura0204.pdf>.



- Posada L. 1989. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario.
- Reyes S, Zambrano B. 2001. Identificación de especies de la familia *Chrysopidae* (Neuroptera) presentes en algunas zonas agrícolas del estado Falcón. Ponencia presentada en: XVII Congreso Venezolano de Entomología. Maturín, Venezuela.
- SAS Institute. 2009. SAS® 9.1. Statistical Analysis System. North Caroline, USA.
- Segura SC, Moreira DM, Gómez DW. 2012. Identificar las especies de mosca blanca y evaluar en campo el potencial de control con diferentes alternativas en el municipio de Fresno, Tolima [trabajo de grado]. [Bogotá, Colombia]: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.
- Senfu X, Huifu W, Weiqiang C, Enguo W, Yang H, JunMin L, Guofu Z. 2013. Study on the ocurrence regularity of invasive whitefly *Bemisia tabaci* population. Advanced Journal of Food Science and Technology. 5(11):1514-1520.
- Shannon C, Weaver W. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Chicago, EE. UU.: University of Illinois Press.
- Sierra PV, Quiroga LF, Varón EH. 2014. Preferencia de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp.) por cultivares de aguacate (*Persea americana* Mill.) en Fresno, Tolima. Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria 15(2):197-206.
- Singh Y, Jha A, Verma S, Mishra VK, Singh SS. 2013. Population dynamics of sucking pests and its natural enemies on okra agroecosystem in Chitrakoot región. Afr J Agr Res. 8(28):3814-3819.
- Southwood TRE, Henderson PA. 2000. Ecological Methods. 3.^a ed. Oxford, Inglaterra: Blackwell Science.
- Vassiliou V, Emmanouilidou M, Perrakis A, Morou E, Vontas J, Tsagkarakou A, Roditakis E. 2011. Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* from Ciprus. Insect Sci. 18(1):30-39.

Capítulo III

Preferencia de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* por cultivares de aguacate

Paola Vanessa Sierra Baquero
Luisa Fernanda Quiroga Rojas
Edgar Herney Varón Devia

Introducción

La mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) es una plaga de importancia económica en el cultivo de aguacate. En Colombia no se tiene suficiente información acerca del comportamiento de este insecto, lo cual provoca un manejo inadecuado por parte de los agricultores. En este sentido, surge la necesidad de implementar alternativas de manejo económicas y ambientalmente viables (Rodríguez et al. 2004); una opción es aprovechar los metabolitos secundarios existentes en las plantas; estos son compuestos químicos presentes en los diferentes tejidos vegetales que actúan como señales de disuasión, produciendo efectos repulsivos, antialimentarios, tóxicos, alteraciones de la fisiología o comportamientos sexual o poblacional de los insectos (Rodríguez et al. 2004; Rattan 2010). La presencia de estos compuestos químicos en la planta causa que los insectos tengan preferencia por ciertas plantas y repelencia por otras.



Por su parte, se ha evaluado la preferencia o no de la mosca blanca por diferentes cultivares en especies como tomate, algodón y yuca. A partir de estos estudios se han determinado algunos mecanismos que evitan el ataque de la plaga, entre ellos, mecanismos físicos, fisiológicos y químicos que ocasionan fenómenos de resistencia como tolerancia, antibiosis (resistencia que afecta la biología del insecto, aumentando la mortalidad y reducción de la longevidad) y antixenosis (resistencia que afecta el comportamiento de un insecto, como la preferencia) (Miller 2004). En aguacate, los diferentes cultivares pueden influir en la preferencia o no del consumo por la mosca blanca, dado que la planta presenta diferentes características físicas y químicas de acuerdo con su origen (antillano, guatemalteco o mexicano) (Amórtegui 2001).

En este estudio se evaluó la preferencia de la mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* (Segura 2012), por diferentes cultivares de aguacate (figura 20). Se caracterizó el manejo del cultivo por parte de los agricultores de la región de Fresno y cómo este influyó en la infestación de mosca blanca. Se determinaron metabolitos secundarios presentes en dos cultivares mediante pruebas de laboratorio. Se evaluó el efecto del extracto de hojas de los cvs. Hass y Lorena, sobre la mortalidad y el índice de repelencia de adultos de mosca. Finalmente, las características estructurales y físicas de la edad de las hojas (jóvenes y maduras) de estos dos cultivares se determinaron con pruebas de tensión, peso seco específico y área foliar.



Fotos: Paola Sierra

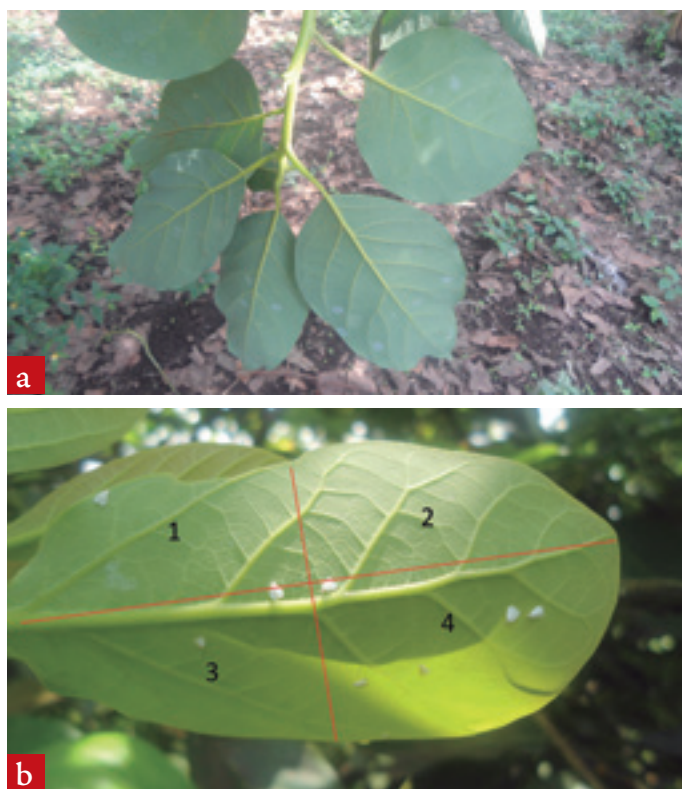
Figura 20. Frutos de los cultivares de aguacate. a. Hass; b. Lorena; c. Choquette; d. Santana.

Los estudios se realizaron en el municipio de Fresno, Tolima, situado en la latitud 05° 09' 48,8" N y la longitud 75° 01' 17" O, altura promedio de 1.360 msnm, temperatura promedio de 22 °C y humedad relativa promedio de 71 %.

Materiales y métodos

Estimación de preferencia de mosca blanca en cultivares de aguacate en campo

Se determinó el grado de preferencia de la mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* por diferentes cultivares de aguacate en campo, mediante la selección de tres fincas que presentaron este insecto plaga y en las que se encontraron al menos cuatro cultivares de aguacate (Choquette, Hass, Lorena, Santana); estos fueron los más representativos de la región. En cada finca se seleccionaron al azar cinco árboles por cultivar, en cada árbol se tomaron 15 hojas en tres brotes (0-60 cm) del estrato bajo; cada hoja monitoreada se dividió en cuatro cuadrantes que abarcaron el área foliar total; cada cuadrante correspondió al 100 % para un total de 400 % por hoja (figura 21).



Fotos: Paola Sierra

Figura 21. Órganos utilizados para el muestreo. a. Brote (0-60 cm); b. Hoja de aguacate con división en cuadrantes para evaluación de mosca blanca.



Resultados y discusión

El análisis de varianza demostró diferencias estadísticamente significativas del porcentaje de presencia de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* entre los cultivares de aguacate ($p \leq 0,046$), destacándose lo observado en los cvs. Lorena y Hass (figura 22). Este último fue el cultivar en que se registró la menor infestación de mosca y el cv. Lorena fue en el que se apreció la mayor infestación de mosca blanca.

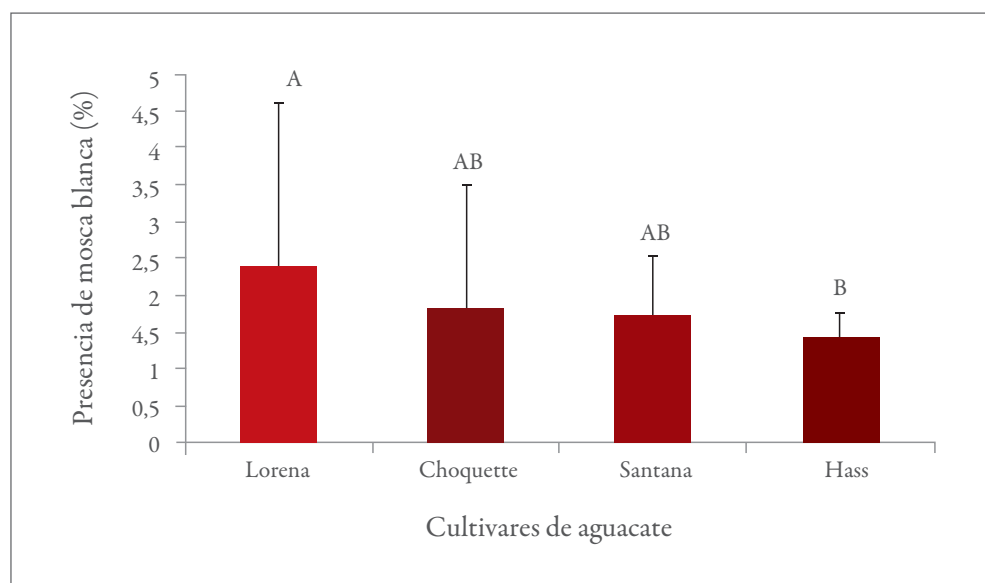


Figura 22. Presencia de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) en cultivares de aguacate. Nota: Barras con diferentes letras son significativamente diferentes (Tukey $p \leq 0,05$) Fresno, Tolima, Colombia. Fuente: Elaboración propia

Caracterización de manejo de la producción de aguacate

Para caracterizar el manejo que realizaban los agricultores al cultivo y determinar su posible relación con las poblaciones de mosca blanca, se realizó una encuesta semiestructurada de tipo descriptivo, con un tamaño de muestra de 48 productores de aguacate ubicados en el municipio de Fresno, Tolima. De esta manera, se obtuvieron tres categorías, respecto al manejo por parte del agricultor: biológico (tres fincas donde hubo aplicación de productos biológicos, orgánicos y uso de repelentes a base de ajo (*Allium sativum*) y ají (*Capsicum annuum*); moderadamente químico (tres fincas donde hubo una aplicación

mensual de insecticida químico y realización de aplicaciones con base en un chequeo o por recomendación de un asistente técnico), y altamente químico (tres fincas donde hubo dos o más aplicaciones de insecticidas químicos por mes y que hacían las aplicaciones periódicamente o según calendario). A continuación se describe la metodología utilizada (figura 23).

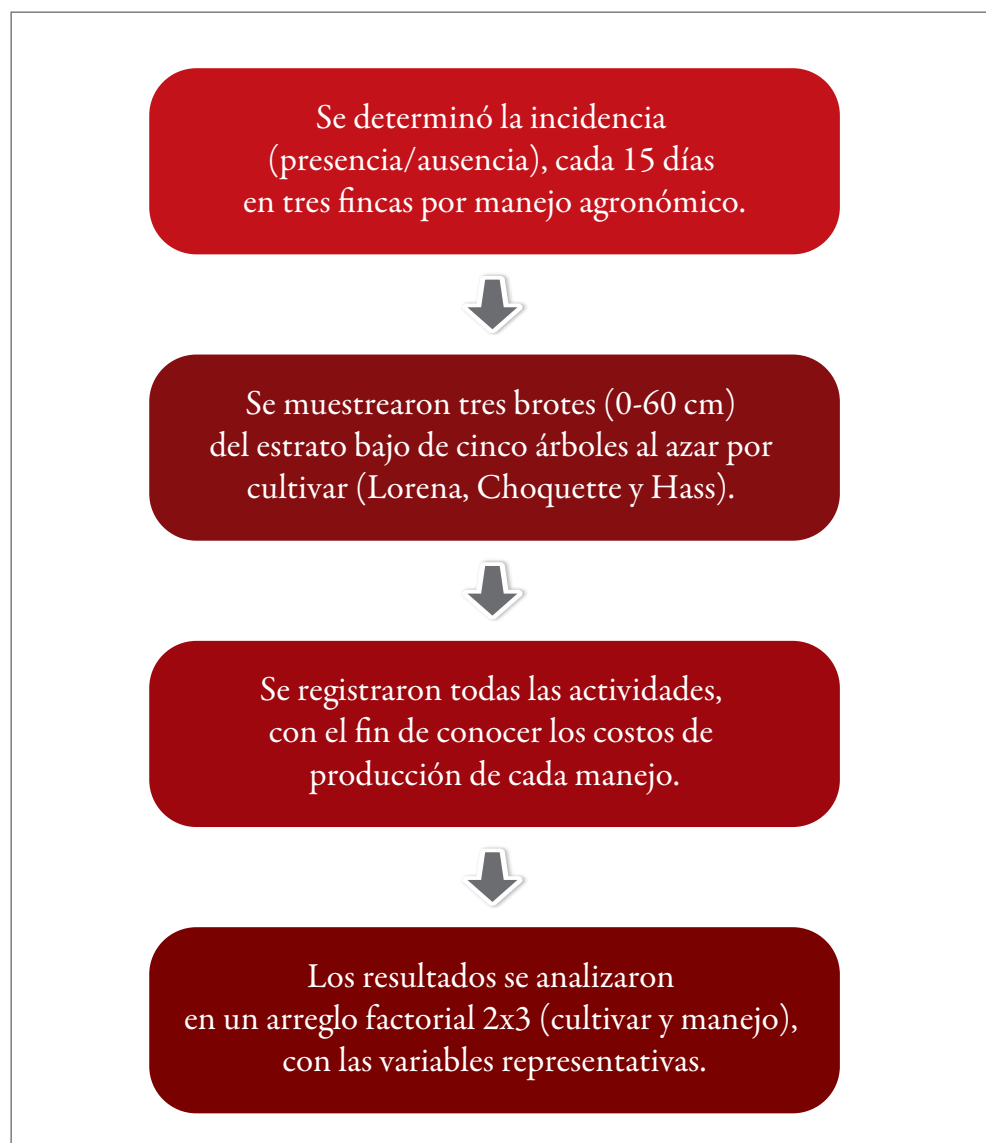


Figura 23. Metodología para la comparación de la presencia de mosca blanca en diferentes cultivares de aguacate.

Fuente: Elaboración propia



El resultado obtenido de los manejos (biológico, moderadamente químico y altamente químico) con relación al porcentaje de presencia de mosca blanca en los cvs. Hass, Lorena y Choquette, mostró interacción ($p=0,0399$) entre los factores (manejo y cultivar); indicando esto que los cultivares se comportaron diferente según el manejo del cultivo. Sin embargo, en los tres manejos el cv. Lorena presentó el mayor porcentaje de presencia de mosca blanca, seguido de los cvs. Choquette y Hass (figura 24).

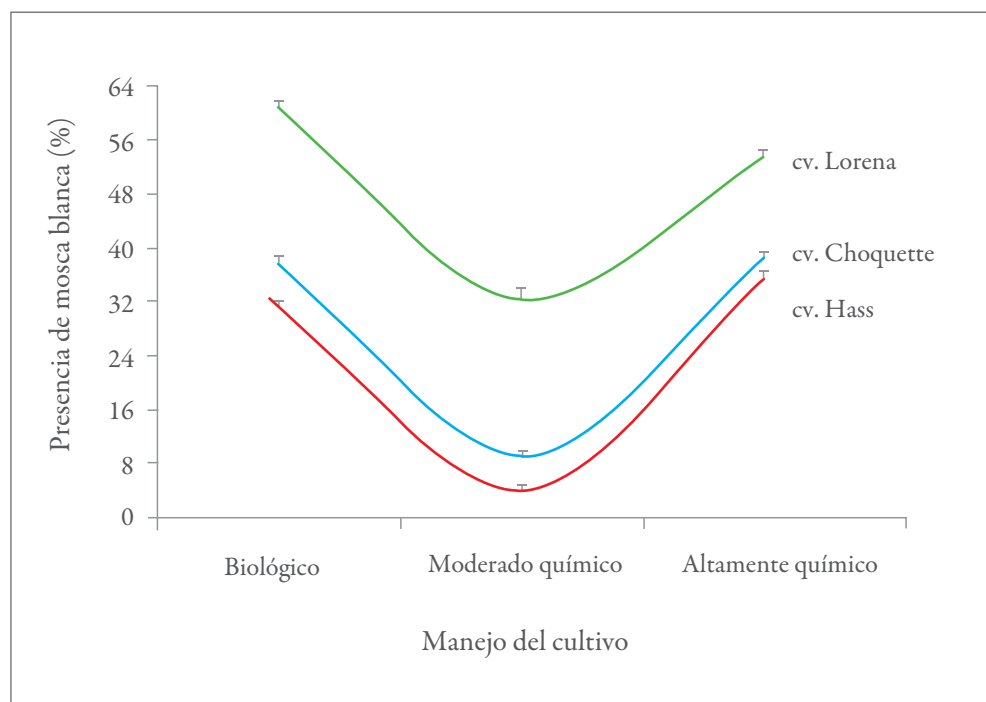


Figura 24. Presencia de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) en cultivos de aguacate con los cvs. Hass, Lorena y Choquette, en respuesta al control biológico, moderado y altamente químico. Fresno, Tolima, Colombia, semestre B de 2013.

Fuente: Elaboración propia

La figura 25 indica que una adecuada combinación de las prácticas agronómicas realizadas al cultivo genera un control eficiente en el manejo de plagas y demás factores que pueden incidir de forma negativa en la plantación; por lo tanto, generan mayor productividad al agricultor y menor contaminación al ambiente y a la fauna asociada, al reducir la aplicación indiscriminada de productos de síntesis química (Rodríguez et al. 2011).

El análisis de los resultados, para determinar cuáles fueron las prácticas agronómicas del cultivo de aguacate que estuvieron relacionadas con la presencia de mosca blanca, muestra que hay una relación directa con la excesiva aplicación de fertilizantes edáficos y la aplicación indiscriminada de productos de síntesis química (plaguicidas); por el contrario, la práctica de desoldada (eliminación de una planta parásita de la familia Loranthaceae) influyó de manera inversa en la presencia de mosca blanca. A continuación se describe la influencia de esas prácticas en la presencia del insecto plaga.

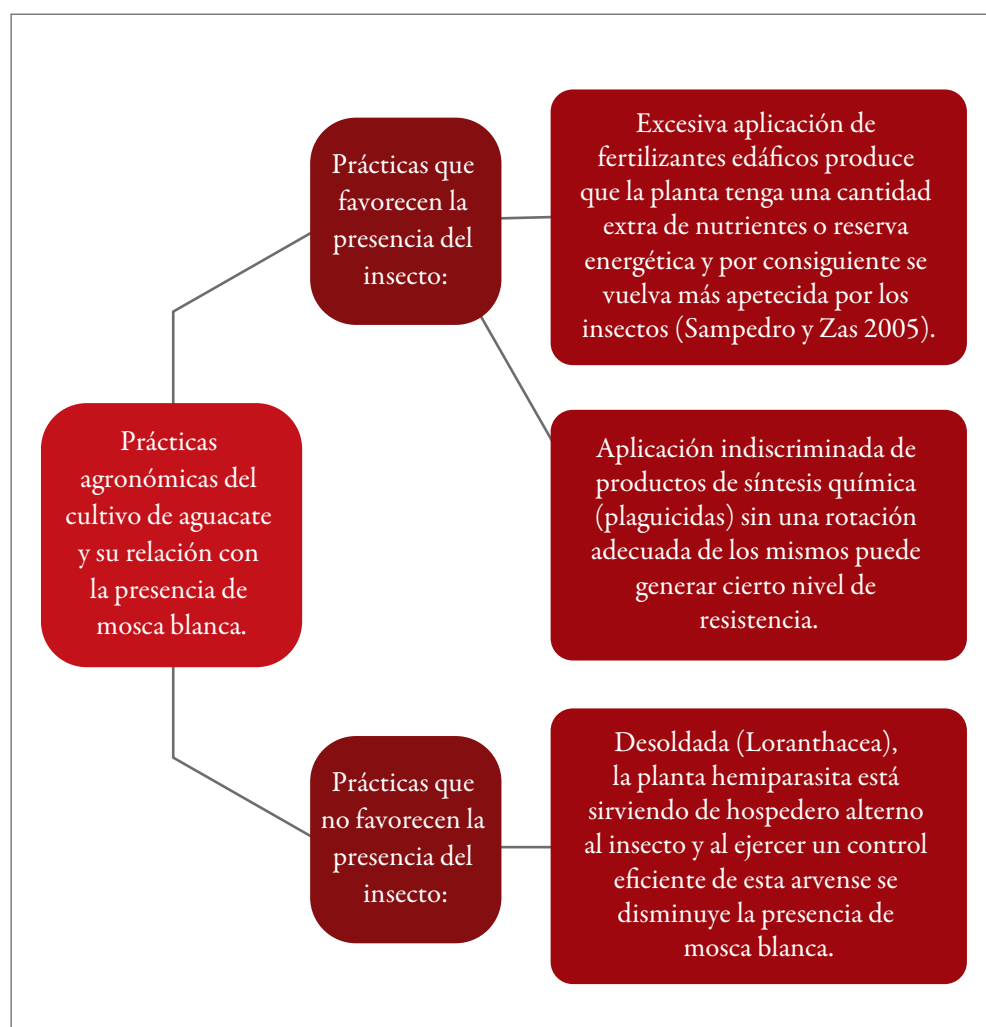


Figura 25. Prácticas agrícolas relacionadas con la presencia de mosca blanca en el cultivo de aguacate.

Fuente: Elaboración propia



Determinación de metabolitos secundarios

Se tomaron muestras de hojas de los cvs. Lorena y Hass, dado que en campo estos fueron los cultivares que se encontraron en los extremos de preferencia por la mosca blanca, según información preliminar de estudios anteriores. Las hojas se enviaron al laboratorio Laserex de la Universidad del Tolima, donde se determinaron algunos metabolitos secundarios y carbohidratos presentes; los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Análisis fitoquímico y de cuantificación de carbohidratos en hojas de aguacate (jóvenes y maduras) de los cvs. Hass y Lorena. Fresno, Tolima, Colombia

Metabolito	Método	Unidad	Muestras			
			Hoja joven de Lorena	Hoja madura de Lorena	Hoja joven de Hass	Hoja madura de Hass
Taninos	Gelatina-sal	NA	ND	ND	+C	ND
Flavonoides	Shinoda	NA	+++	+	++	++
Terpenos o Esteroides	Lieberman-Burchard	NA	+++E	+++E	+++E	+++E
Terpenos o Esteroides	Salkwosky	NA	+	+	ND	+++
Cumarinas	NAOH	NA	ND	ND	ND	++
Carbohidratos totales	Espectro-fotométrico	%	47,9	30,6	43,7	27
Carbohidratos reductores	Espectro-fotométrico	%	21,2	15,8	19,5	15,9
Carbohidratos no reductores	Espectro-fotométrico	%	26,8	14,8	24,2	11,2
Pentosas	Espectro-fotométrico	%	10,9	4,5	6,9	< 0,0025
Hexosas			10,3	11,3	12,6	15,9
+++	Muy abundante	++	Cantidad moderada			
+	Baja cantidad	ND	No detectado			
NA	No aplica	C	Taninos condensados			
E	Esteroides					

Fuente: Elaboración propia

Saponinas, taninos, alcaloides y flavonoides. No se observó diferencia cualitativa significativa de la presencia entre los cvs. Hass y Lorena, ni entre la edad de las hojas jóvenes y maduras.

Cardiotónicos y alcaloides. No se detectó la presencia en los cultivares.

Terpenos y esteroides. Las hojas maduras del cv. Hass presentaron una cantidad abundante, en comparación con las hojas jóvenes de este mismo cultivar, en las que no se detectaron dichos compuestos; las hojas jóvenes y maduras del cv. Lorena presentaron una baja presencia. Estos compuestos tienen un importante valor fisiológico y comercial, debido a que en algunos casos los aceites esenciales actúan como repelentes o tienen funciones protectoras de insectos (Ávalos 2009).

Cumarinas. Se presentaron en una cantidad moderada en las hojas maduras del cv. Hass, en comparación con las hojas jóvenes de este mismo cultivar. En el cv. Lorena no se detectó la presencia de las cumarinas, ni en hojas jóvenes ni maduras. Según Ávalos (2009), este compuesto actúa principalmente como agente antimicrobiano.

Carbohidratos totales y no reductores. El cv. Lorena presentó mayor porcentaje respecto al cv. Hass en las hojas jóvenes y maduras. Este resultado puede estar relacionado con la mayor presencia de la plaga en el cv. Lorena. Debido a que los carbohidratos representan la concentración de azúcares y por ende la reserva energética en la planta, puede haber mayor disponibilidad de alimento para el insecto. De forma similar ocurre con los carbohidratos no reductores (azúcares complejos o disacáridos), ya que representan un mayor valor nutricional para el insecto frente a los carbohidratos reductores (azúcares monosacáridos), que se oxidan fácilmente (Pérez y Cayón 2010).

Pentosas y hexosas. En las hojas jóvenes y maduras del cv. Lorena, se presentó el menor porcentaje, al igual que la hoja madura del cv. Hass. Estos son compuestos monosacáridos que se degradan fácilmente por lo que son menos apetecidos por los insectos (Pérez y Cayón 2010).

Por otro lado se comparó el efecto de un extracto hidroalcohólico de hojas de los cvs. Lorena y Hass con el grado de afección o preferencia por la mosca blanca en laboratorio, para conocer si los metabolitos secundarios pueden estar actuando sobre adultos de mosca blanca.



La preparación del extracto se basó en las metodologías de Nascimento et al. (2006) y Granados (2010). Las hojas de cada cultivar fueron secadas a 40 °C por siete días; después se pulverizaron hasta obtener un polvo grueso (2 mm). Se prepararon 100 g de materia seca en 1.000 ml de alcohol al 70 % (concentración del 10 % peso/volumen). Después se maceró con la solución y se dejó en agitación por un periodo de 48 horas, se filtró al vacío para eliminar todos los residuos sólidos. Cada extracto se depositó en bandejas en láminas delgadas por un periodo de seis horas a temperatura ambiente para evaporar los restos de alcohol de la solución; posteriormente, se envasó en recipientes de vidrio color ámbar y se mantuvo en refrigeración hasta su aplicación.

Los adultos de mosca blanca se colectaron en una finca en la que se hace manejo biológico por parte del agricultor. Para la evaluación se colocaron dos hojas de cada cultivar en bandejas plásticas (una con y otra sin aplicación del extracto) y diez adultos de mosca blanca (figura 26).



Figura 26. Disposición de tratamientos para medir preferencia y mortalidad de mosca blanca. a. Bandejas plásticas con hojas de aguacate; b. Hoja de aguacate con adultos de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*); c. Adulto de mosca blanca visto al estereoscopio.

Se determinó la preferencia y mortalidad en cuatro tratamientos. A continuación se describe la metodología desarrollada (figura 27).

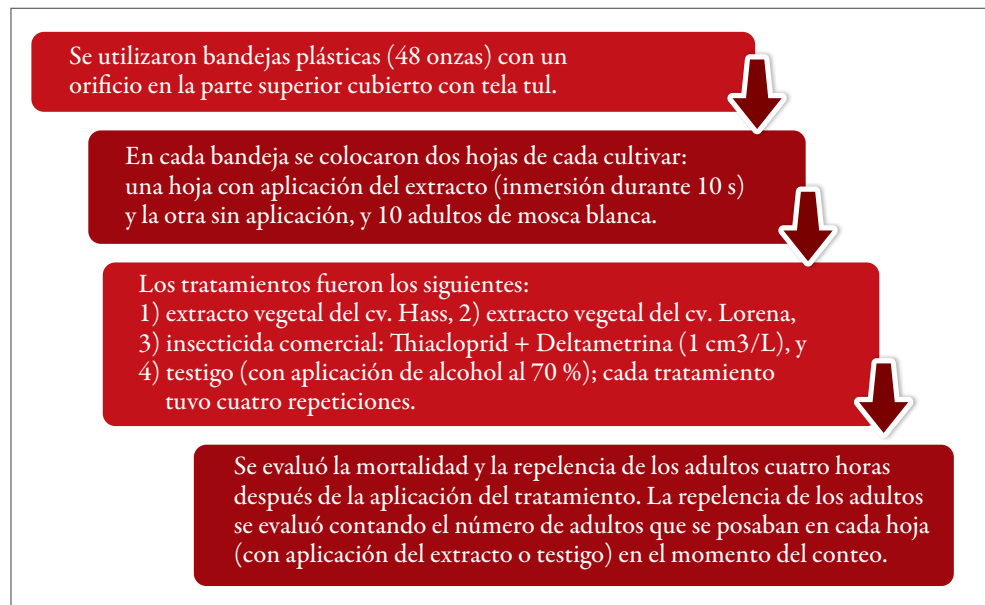


Figura 27. Metodología para evaluar el efecto de extractos vegetales elaborados a partir de hojas de dos variedades de aguacate, sobre la población de mosca blanca.

Fuente: Elaboración propia

Para la repelencia de adultos, se utilizó la siguiente fórmula donde se calcula el índice de repelencia:

$$IR = \frac{\% \text{ insectos en el tratamiento}}{(\% \text{ insectos en el tratamiento} + \% \text{ insectos en el testigo})}$$

Donde si: $IR=1$, el extracto evaluado correspondió a un extracto neutro, es decir, no presenta propiedades atrayentes o repelentes para el insecto; si el $IR>1$ se clasificó como atrayente, e $IR\leq 1$ correspondió a repelente (Palma 2006). Cuando el porcentaje de mortalidad se presentó entre 5 % y 20 % se corrigió mediante la fórmula de Abbott:

$$\text{Mortalidad corregida} = \left(\frac{\% \text{ mort. prueba} - \% \text{ mort. testigo}}{(\% - \% \text{ mort. testigo})} \right) * 100$$

Donde: mort prueba = mortalidad de la prueba o tratamiento
mort testigo = mortalidad del testigo



Las variables evaluadas fueron índice de repelencia y porcentaje de mortalidad de adultos; a este último se le realizó un análisis de varianza al 95 % y prueba de medias de Tukey con la ayuda del programa SAS® versión 9.0 (SAS Institute 2009).

La prueba arrojó como resultado una diferencia estadísticamente significativa del testigo en comparación con el insecticida y los extractos de los cvs. Lorena y Hass ($p=0,0121$) (figura 28), lo que sugiere que los compuestos presentes en las hojas en concentraciones altas pueden llegar a tener efecto insecticida sobre la mosca blanca y que la atracción hacia el insecto puede estar más relacionada con los nutrientes presentes, específicamente los carbohidratos.

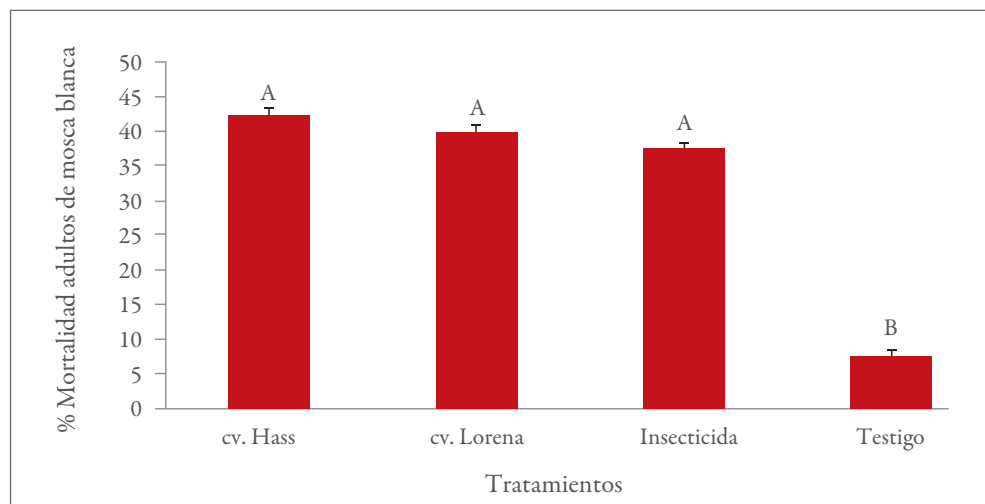


Figura 28. Mortalidad de adultos de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en prueba de extracto vegetal hidroalcohólico de los cvs. Hass y Lorena, insecticida y testigo.

Nota: Barras con diferentes letras son significativamente diferentes (Tukey $p \leq 0,05$) Fresno, Tolima, Colombia.

Fuente: Elaboración propia

El índice de repelencia de adultos de mosca blanca mostró como resultado que el cv. Hass tiene un IR de $0,89 \pm 0,09$, lo que indica una acción repelente al insecto. El insecticida comercial también presentó una acción repelente con un IR de $0,99 \pm 0,06$. Por el contrario, el cv. Lorena presentó una acción neutral con un IR de $1,04 \pm 0,04$. Este resultado concuerda con los compuestos químicos (terpenos y esteroides) encontrados en una cantidad moderada en las hojas fisiológicamente maduras del cv. Hass que, según Ávalos (2009), ejercen funciones protectoras o repelentes.

Determinación de las características estructurales y componentes físicos de la edad de las hojas (jóvenes y maduras) de los cultivares de aguacate Lorena y Hass

Se colectaron diez hojas jóvenes y diez hojas adultas fisiológicamente, de diez árboles por cultivar (Hass y Lorena) de la finca La Alhambra (05° 09’ 50,1” N, 74° 59’ 56,7” O), a 1.283 msnm, en la cual el agricultor realiza un manejo biológico al cultivo. Los componentes evaluados fueron área foliar (cm²), tensión foliar (Newtons, N) y peso específico foliar (gramos, g) (tabla 3).

Tabla 3. Características estructurales y componentes físicos y su procedimiento de evaluación en los cultivares de aguacate Lorena y Hass

Características estructurales y componentes físicos	Procedimiento
Área foliar (cm ²)	Se calculó mediante el programa ImageJ (Rasban 2009).
Tensión foliar (N)	Se halló en un área foliar de 5 mm de ancho por 3 cm de largo, con la ayuda de un tensiómetro.
Peso específico foliar (g)	Se calculó a un área de 2 cm ² y se registró su peso en fresco y después de 48 horas a una temperatura de 40 °C (Stanley 2010), se registró su peso seco.
La incidencia de la mosca blanca por cultivar (%)	Se hizo un chequeo en campo del porcentaje foliar afectado por el insecto en hojas jóvenes y maduras.

Fuente: Elaboración propia

Los datos se procesaron mediante un arreglo factorial 2x2 (cultivares y edad de la hoja) y un análisis de varianza con medias que se sometieron a la prueba de Tukey, en el programa de SAS versión 9.0 (SAS Institute 2009). Los resultados obtenidos muestran que existió una interacción entre las hojas maduras y el cv. Lorena, siendo este cultivar el que presentó la media más alta del porcentaje de presencia de mosca blanca. El peso específico foliar no presentó interacción entre hojas (jóvenes y maduras) (tabla 4).



Tabla 4. Resultados de los componentes estructurales y físicos en relación con la incidencia de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) en hojas (jóvenes y maduras) en los cultivares de aguacate Hass y Lorena

Componentes estructurales y físicos	Incidencia de mosca blanca
Área foliar	La presencia del insecto mostró la media más alta ($21,67 \% \pm 2,00 \%$), cuando se presentó la interacción entre las hojas maduras y el cv. Lorena, siendo esta combinación la que registró la media mayor de área foliar ($89,91 \text{ cm}^2 \pm 7,30$) y una relación directamente proporcional con la presencia del insecto ($R^2:0,55$), esto se puede deber a que a mayor área foliar el insecto tiene unas condiciones de microclima más adecuadas para su desarrollo.
Tensión foliar	No existió interacción entre la hoja (joven y madura) y el cultivar. En la comparación de medias, los valores más altos de tensión se presentaron en las hojas maduras de los dos cultivares, Hass ($2,99 \text{ N} \pm 0,053$) y Lorena ($2,92 \text{ N} \pm 0,055$). Por el contrario, las hojas jóvenes presentaron los valores más bajos con $1,43 \text{ N} \pm 0,045$ para el cv. Hass y $1,58 \text{ N} \pm 0,050$ para el cv. Lorena.
Peso específico foliar	No hubo interacción entre los factores edad de la hoja y cultivar. Por consiguiente se hizo un análisis de varianza entre cultivares y el peso foliar específico que no mostró diferencia estadísticamente significativa, a diferencia de la edad de la hoja (joven y madura), que sí mostró diferencia estadística significativa, siendo las hojas maduras las que registraron el mayor peso en los dos cultivares y una relación directa con la presencia de mosca ($R^2=0,53$), puede ser esto explicado en el sentido de que al estar las hojas maduras expuestas más tiempo a la acción de la plaga, el daño producido se acumula (Stanley 2010). Caso contrario sucede con las hojas jóvenes que presentan menor porcentaje de mosca blanca, debido a que tienen un metabolismo más intenso y mayor capacidad fotosintética; en estas condiciones, la planta asignaría más nutrientes y, por tanto, más recursos de defensa, lo que disminuye la amenaza de plagas (Stanley 2010).

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

La preferencia de la mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* fue mayor por el cv. Lorena que por el cv. Hass; además el cv. Lorena presentó mayor área foliar, lo que mostro una relación directa con la infestación de mosca blanca. Así mismo, la presencia del insecto aumentó cuando se presentó la interacción entre las hojas maduras y el cv. Lorena. Este resultado puede estar relacionado con la presencia de algunos metabolitos secundarios, los cuales en las hojas maduras del cv. Hass mostraron más cantidad de terpenos o esteroides, compuestos que pueden actuar como repelentes. Además, el cv. Lorena registró el mayor porcentaje de carbohidratos totales y no reductores, que pueden ser atrayentes a insectos.

El manejo moderadamente químico presentó la menor infestación de mosca blanca, indicando que un uso adecuado de las prácticas agronómicas genera un control efectivo en el manejo de este insecto plaga. Dentro de las prácticas que pueden afectar la presencia de mosca blanca sobresalen la fertilización edáfica y la aplicación de insecticidas con una influencia directa; a su vez, la práctica de retirar la planta hemiparásita (Loranthaceae) influyó en forma inversamente proporcional a la presencia del insecto-plaga.



Referencias

- Amórtegui I. 2001. El cultivo de aguacate, modulo educativo para el desarrollo tecnológico de la comunidad rural. Ibagué, Colombia: Prohaciendo.
- Ávalos A. 2009. Metabolismo secundario de plantas. 2ª ed. Madrid, España: Reduca (Biología).
- Granados C. 2010. Alternativas biorracionales para el control de *Paratrioza bactericera cockerelli* Sulzer (Hemiptera: Psyllidae) en laboratorio [tesis de maestría]. [Oxaca, México]: Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional.
- Miller J. 2004. Caracterización de la resistencia a la mosca blanca *Aleurotrachelus socialis* Bondari (Homoptera: Aleyrodidae) en genotipos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) [tesis de pregrado]. [Palmira, Colombia]: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Nascimento G, Guedes M, Barros R. 2006. Extractos acuosos de *Leucocephala* y *Sterculia* no controle de *Bemisia tabaci* biotipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). Ciencia Rural. 36(5):1-8.
- Palma M. 2006. Evaluación de polvos y extractos de *Melia azedarach* L. (Meliaceae) para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) en laboratorio. Bibliodigital [consultado 2013 ago]. http://www.bibliodigital.udec.cl/sdx/UDEC4/tesis/2006/espinoza_m/doc/espinoza_m.pdf.
- Pérez A, Cayón G. 2010. Metabolismo de carbohidratos en palmas de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) afectadas por marchitez letal. Agron Colomb. 28(2):1-4.
- Rattan RS. 2010. Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. Crop Protection. 29(9):913-920.
- Rodríguez A, Uva V, Valle H, Segura R, Guillén C, Sandoval J, Laprade S. 2011. Proyecto: Colombia, Costa Rica y Nicaragua. Reduciendo el escurrimiento de plaguicidas al mar Caribe. Implementación de buenas prácticas agrícolas para reducir el escurrimiento de plaguicidas en el cultivo del banano en la región Caribe costarricense. Bogotá, Colombia: Ministerio del Medio Ambiente.

- Rodríguez S, Leicach S, Delfino S, Yaber M, Russoi S, Gagliettil M. 2004. Estudio exploratorio del efecto insecticida de metabolitos secundarios de *Chenopodium album* sobre *Oryza ephilus surinamensis* L. (Coleóptera: Silvanidae). *Idesia* 22:56-57.
- Sampedro L, Zas R. 2005. Herbivoría de corteza sobre coníferas de interés forestal, el caso de *Hylobius abietis*. Efecto de la fertilización de establecimiento y posibilidades de selección de progenies resistentes. Ponencia presentada en: IV Congreso Español Forestal. Zaragoza, España.
- SAS Institute. 2009. SAS® 9.1. Statistical Analysis System. North Caroline, USA.
- Segura C. 2012. Identificar las especies de mosca blanca de aguacate y evaluar en campo el potencial de control con diferentes alternativas en el municipio de Fresno, Tolima (trabajo de grado). Bogotá, Colombia: Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas.
- Stanley E. 2010. Herbivoría y características foliares en función de la edad en hojas de *Piper* sp. (Piperaceae). *Ecologia*; [consultado 2014 ago 28]. <http://ecologia.ib.usp.br/curso/2010/pages/pdf/PI/relatorios/estefania.pdf>.



Umbral de acción económico de *Paraleyrodes pos. bondari* (Hemiptera: Aleyrodidae) en aguacate (*Persea americana* Mill.) cultivares Hass y Lorena en Fresno, Tolima, Colombia¹

Luis Sigifredo Caicedo Riascos
Edgar Herney Varón Devia
Camilo Ignacio Jaramillo Barrios
Francisco Javier Núñez Trujillo
Elena L. Margarita Brochero

Introducción

Los daños ocasionados por *Paraleyrodes* Quaintance pos. *bondari* en los árboles de aguacate establecidos en fincas del municipio de Fresno (Tolima) son similares a los reportados por Martin y Mound (2007). La lesión es producto de la succión de la savia en el envés de las hojas por ninfas inmóviles mediante su aparato bucal de tipo picador chupador (figura 29).

¹ En el presente capítulo, se exponen los resultados de la tesis *Estimación de umbrales de acción para la mosca blanca Paraleyrodes Quaintance pos. bondari (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae) en aguacate (Persea americana MILL) Hass y Lorena en el Fresno, Tolima, Colombia*, de Luis Sigifredo Caicedo Riascos, presentada como requisito parcial para optar al título de Magister en Ciencias Agrarias con énfasis en Entomología.

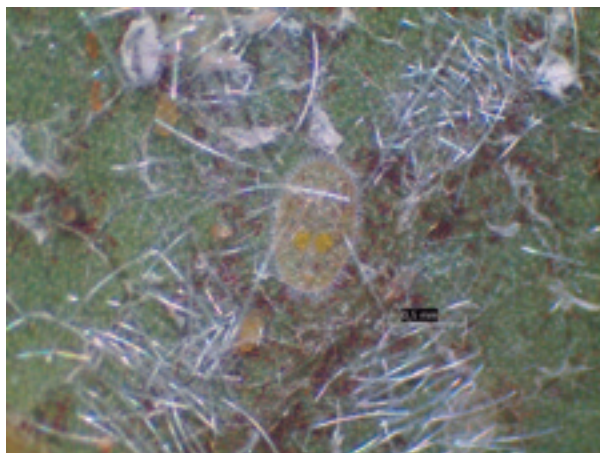


Foto: Luis Caicedo

Figura 29. Ninfas inmóviles de segundo instar *Paraleyrodes* Quaintance pos. *bondari* en el envés de las hojas.

El efecto colateral en las hojas de aguacate después de la intensa succión por parte de las ninfas de mosca blanca es la manifestación de un debilitamiento, marchitamiento y clorosis de las hojas (figura 30).



Foto: Luis Caicedo

Figura 30. Debilitamiento, marchitamiento y clorosis en el envés de las hojas de aguacate ocasionado por *Paraleyrodes* Quaintance pos. *bondari*.

Este tipo de infestación se observó en el 100% de los árboles plantados en las fincas productoras de aguacate, principalmente en el envés de las hojas, en los brotes y hojas completamente desarrolladas (Segura et al. 2012).

Otro tipo de daño sucede en el proceso de alimentación de las ninfas de la mosca blanca, cuando las ninfas excretan sustancias azucaradas que propician el crecimiento de un hongo saprófito, el cual, de acuerdo con Sánchez (2005) produce fumagina negra (*Capnodium* sp.) que tiene un efecto adverso en la fotosíntesis e impide la entrada de luz a la superficie foliar (figura 31).

Según Bermeo et al. (2010), los productores del municipio no cuentan con asesoría técnica para el manejo de la mosca blanca del aguacate y el principal método que utilizan es el control químico (figura 32).

El desconocimiento de técnicas para el control de la mosca blanca del aguacate ha ocasionado una serie de problemas de tipo económico por el uso indiscriminado de productos químicos que incrementan los costos de producción y deterioran el ambiente al ocasionar mortalidad de enemigos naturales y quebrantos de salud a los agricultores.

Por tanto, se realizó una investigación en campo para determinar el impacto de *Paraleyrodes* sp. pos *bondari* en la producción, que conduzca a definir estrategias de manejo basadas en umbrales de acción que permitan su vigilancia y control.



Figura 31. Crecimiento de hongo saprófito, el cual produce fumagina negra (*Capnodium* sp.) a causa de sustancias azucaradas que excretan las ninfas de *Paraleyrodes* Quaintance pos. *bondari*.



Figura 32. Aplicación indiscriminada de insecticidas para el control de *Paraleyrodes* Quaintance pos. *bondari* en árboles de aguacate en la zona productora de Fresno, Tolima, Colombia.

Foto: Luis Caicedo

Materiales y métodos

Muestreo de la mosca blanca del aguacate

El muestreo es la labor destinada a estimar la densidad poblacional de hojas infestadas por colonias de ninfas de moscas blancas tras una serie de chequeos continuos (Ripa y Larral 2008).

El muestreo, por otra parte, es una de las herramientas que permite aplicar el concepto de nivel de daño económico (NDE), al establecer la densidad de la plaga en la cual la reducción del ingreso económico o pérdida, es equivalente al costo de controlarla (Stern et al. 1959). Cabe destacar que “daño” se define como la reducción de la cantidad o calidad del producto cosechable, por ejemplo, kilos de fruta por hectárea (Ripa y Larral 2008).

El muestreo para colonias de moscas blancas se hizo seleccionando un brote de 60 cm (Hernández y García 2011) de una rama representativa del árbol de aguacate (muestra), con hojas infestadas en el envés por colonias de ninfas de moscas blancas (figura 33).



Foto: Luis Calcedo

Figura 33. Selección de un brote de 60 cm con hojas de aguacate infestadas por colonias de ninfas de *Paraleyrodes* Quaintance pos. *bondari*; nótese la presencia del insecto en la parte superior de la figura.

Por tanto, se debe observar la presencia o ausencia de colonias visibles en cada área del envés de la hoja evaluada, para definir el número de hojas infestadas. Una "colonia" se considerará como el agrupamiento simultáneo de huevos + ninfas o huevos + adultos o huevos + ninfas + adultos o solamente ninfas o ninfas + adultos, que son visibles en campo sin ayuda de equipos (figura 34).



Foto: Luis Caicedo

Figura 34. Hoja de aguacate infestada por una colonia de ninfas de mosca blanca *Paraleyrodes* Quaintance pos. *bondari*.

En este método, la presencia de una sola colonia en cualquier área del envés de la hoja indica una hoja infestada por la mosca blanca (Southwood y Henderson 2000).

Se recomienda este método ya que relaciona la proporción de unidades infestadas (presencia/ausencia) con la densidad de la población presente, parámetro ligado con el daño causado por las ninfas de moscas blancas, las cuales producen un efecto sobre la fisiología de la planta (succión de savia) (Ripa y Larral 2008).

Otro aspecto importante es conocer la distribución (vertical y horizontal) y la dispersión espacial de las ninfas de moscas blancas en el árbol después de una serie de muestreos.



Distribución vertical

Los cambios en la densidad de las poblaciones naturales de insectos están influenciados particularmente por variables eco-geográficas como humedad relativa, temperatura y altitud (Lewis 1997).

En este estudio no existió una relación estadística entre las diferentes altitudes de las fincas y los niveles de infestación de la mosca blanca, pero se evidenciaron diferentes niveles de infestación entre cultivares, siendo el cv. Lorena el que presentó mayor promedio de infestación con respecto al cv. Hass (figura35).

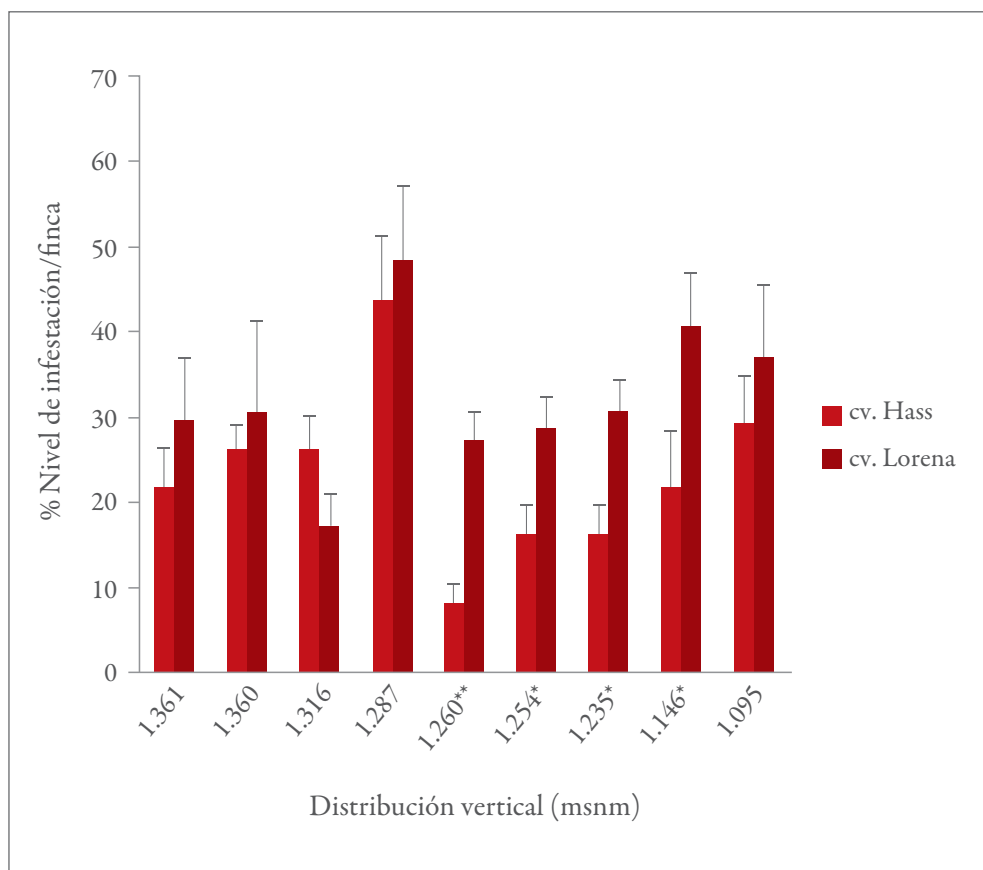


Figura 35. Distribución vertical de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en árboles de aguacate de los cvs. Hass y Lorena plantados en fincas del municipio de Fresno (Tolima), ubicadas a diferente altitud.

* Significativo al nivel del 5% según $Pr > |t|$ Wilcoxon

Fuente: Elaboración propia

En algunos casos se registraron diferencias entre estratos de los árboles, siendo el estrato inferior el que presentó los mayores niveles de infestación (figura 36).

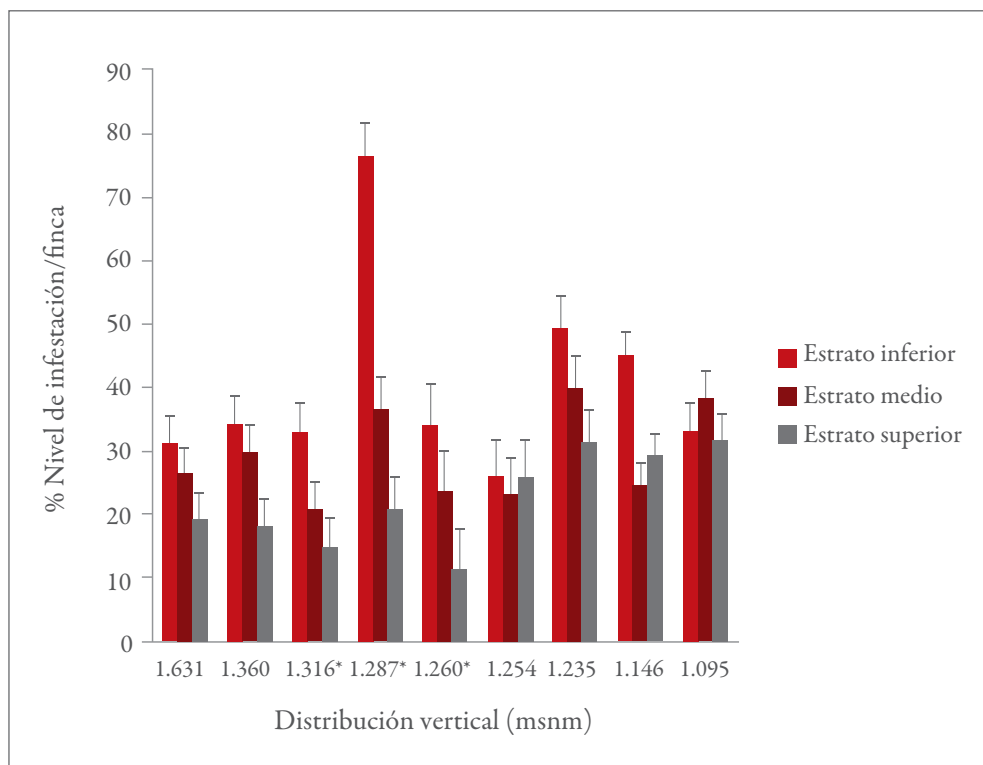


Figura 36. Distribución vertical de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en estratos de árboles de aguacate plantados en fincas del municipio de Fresno, Tolima, ubicadas a diferente altitud.

* Significativo al nivel del 5% según χ^2 Kruskal-Wallis

Fuente: Elaboración propia

Los menores y los mayores porcentajes (%) de niveles de infestación de ninfas de mosca blanca en los cvs. Hass y Lorena se traducen en la preferencia de esta especie insectil por algún cultivar de aguacate.

La planta de aguacate es una especie perenne y de crecimiento determinado (Ríos et al. 2005) por lo que se podría afirmar que los mayores porcentajes (%) de niveles de infestación de ninfas de mosca blanca en el estrato inferior ocurrieron como respuesta a la localización de un hábitat (microhábitat) donde estos individuos fitófagos encontraron la mejor combinación de factores para la oviposición y alimentación. Thompson (1988) explicó que dichos factores (microclima) estimulan el desplazamiento del estado adulto para la



selección de un estrato de la planta, además de un sustrato (envés de la hoja) para llevar a cabo la oviposición que es un punto clave para la supervivencia y vida de sus estadios sésiles ninfales que finalmente tomarán el alimento.

El comportamiento insectil de distribución de las colonias de ninfas de mosca blanca anteriormente descrito condujo a elegir el estrato bajo para los chequeos continuos.

Distribución horizontal

Existió una tendencia de infestación horizontal hacia la hoja intermedia (hoja 3) y prebasal (hoja 4). El anterior resultado llevó a muestrear un brote de 60 cm, tomando siempre las hojas intermedias o prebasales de dicho brote (figura 37). Además, se han sugerido como valores de alta precisión de muestreo a varianzas relativas menores que 25 %, a medida que se aumenta el número de unidad muestral (Moura 2001; Gusmão 2000; Bueno et al. 2005), por tanto, se deben seleccionar cinco brotes/rama observando una hoja intermedia o prebasal (figura 38).

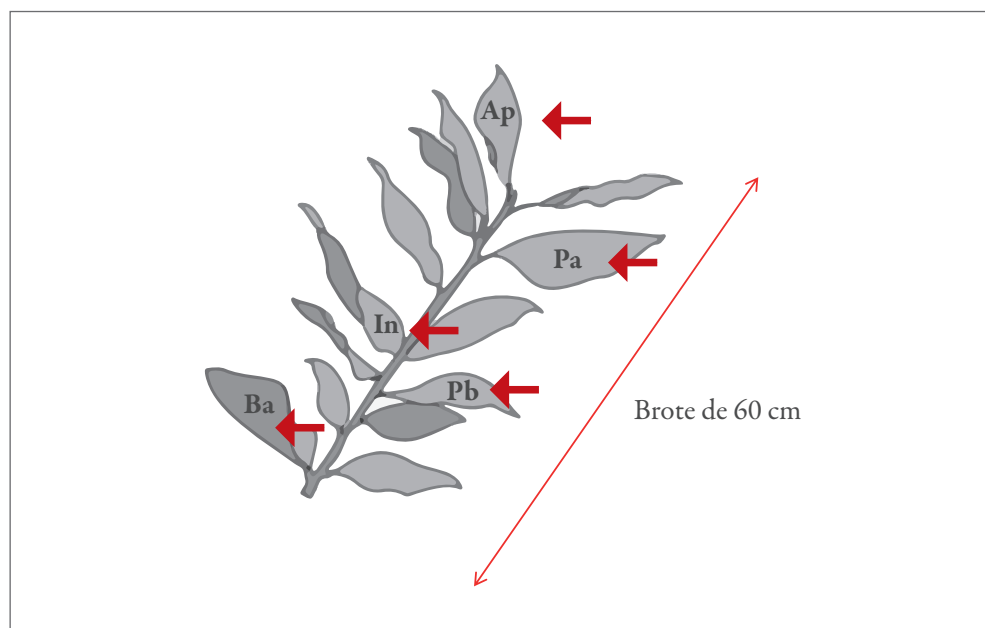


Figura 37. Brote de aguacate de 60 cm y distribución horizontal de sus hojas.

Nota: Ap: hoja apical; Pa: hoja posapical; In: hoja intermedia; Pb: hoja prebasal; Bs: hoja basal.

Fuente: Elaboración propia

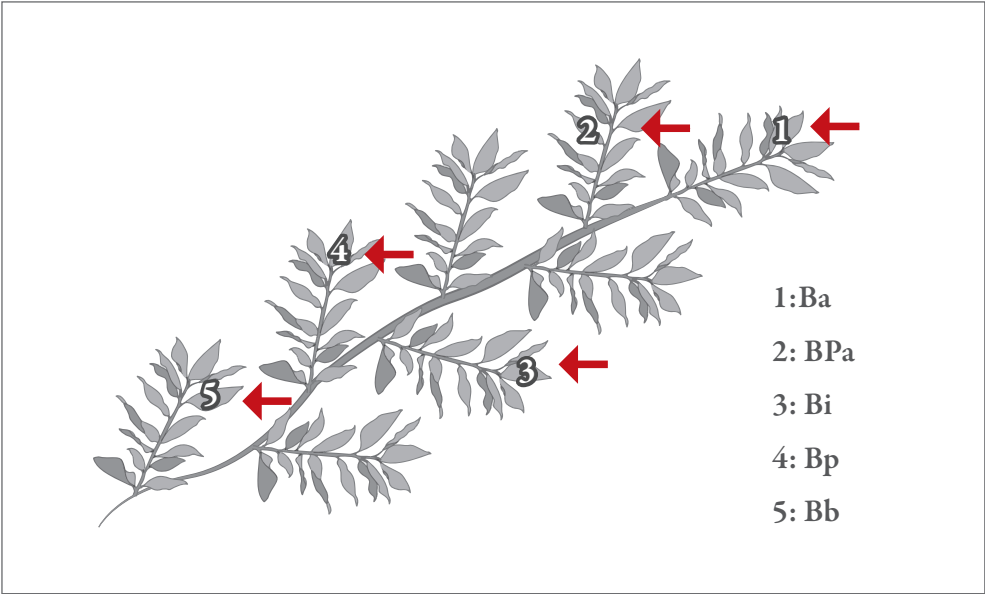


Figura 38. Rama de aguacate de 1 m de largo y distribución horizontal de sus brotes.
Nota: Ba: brote apical; BPa: brote posapical; Bi: brote intermedio; Bp: Brote prebasal; Bb: Brote basal.
Fuente: Elaboración propia

Dispersión espacial

Una forma de estimar el índice de dispersión es calcularlo mediante la ley del poder de Taylor (Taylor 1984), donde el valor de (b) de la regresión entre los logaritmos de la media de los insectos por foliolo y el logaritmo de la varianza de los insectos por foliolo se pueden considerar como una medida de agregación (Pedigo y Zeiss 1996). En consecuencia, si se obtiene una pendiente (b) menor que 1, se entiende que el insecto está disperso en forma uniforme; si es igual a 1 indica dispersión al azar, y si la pendiente es mayor que 1 indica agregación; los anteriores conceptos se pueden explicar gráficamente en la figura 39.

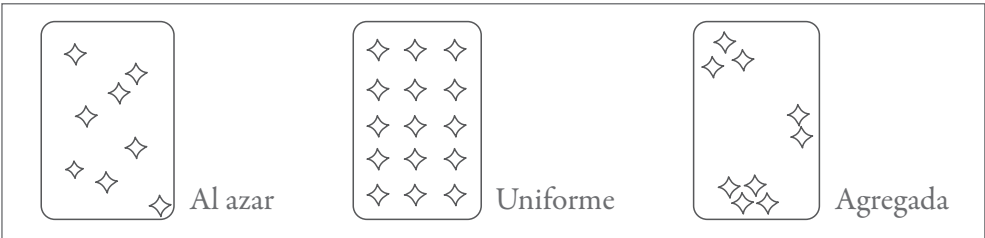


Figura 39. Forma de dispersión espacial de los insectos: al azar, uniforme y agregada.
Fuente: Elaboración propia



En general, la distribución espacial de las ninfas de mosca blanca fue altamente agregada, es decir que las colonias de ninfas de mosca blanca se presentan en conglomerados o en grupos en los estratos bajos, en brotes y hojas prebasales.

Las figuras 40, 41 y 42 muestran la relación entre el logaritmo de la varianza ($\ln S^2$) y el logaritmo del número medio de ninfas ($\ln X$) de mosca blanca en: estratos bajos, en brotes de 60 cm y hojas prebasales de un brote de 60 cm de aguacate en los cvs. Hass y Lorena, respectivamente, cuya pendiente (b) fue mayor que 1 en todos los casos.

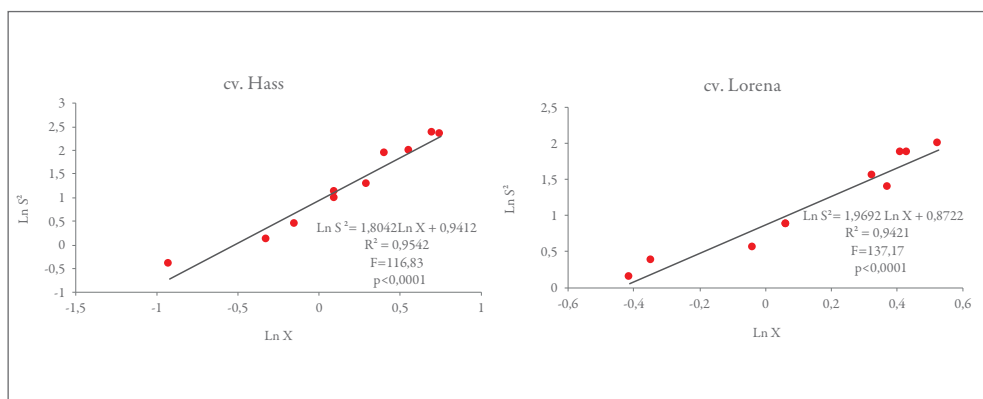


Figura 40. Relación entre el logaritmo de la varianza ($\ln S^2$) y el logaritmo del número medio de ninfas ($\ln X$) de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) en estratos bajos de aguacate cvs. Hass y Lorena.

Fuente: Elaboración propia

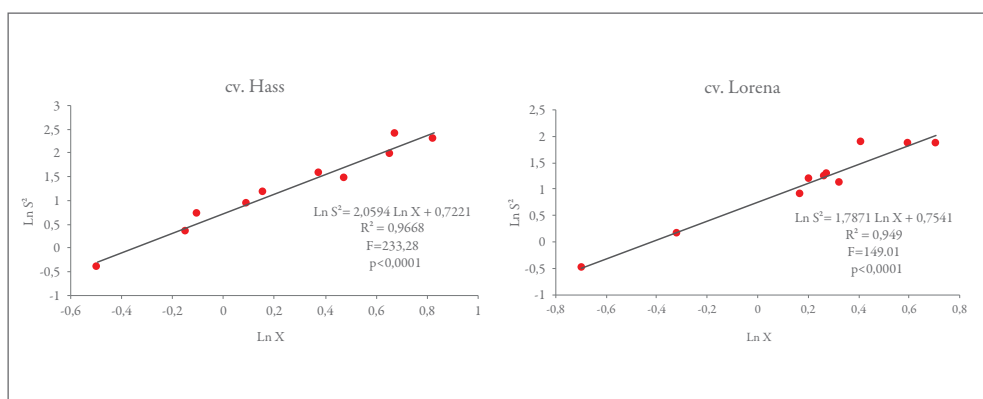


Figura 41. Relación entre el logaritmo de la varianza ($\ln S^2$) y el logaritmo del número medio de ninfas ($\ln X$) de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) en brotes de aguacate cvs. Hass y Lorena.

Fuente: Elaboración propia

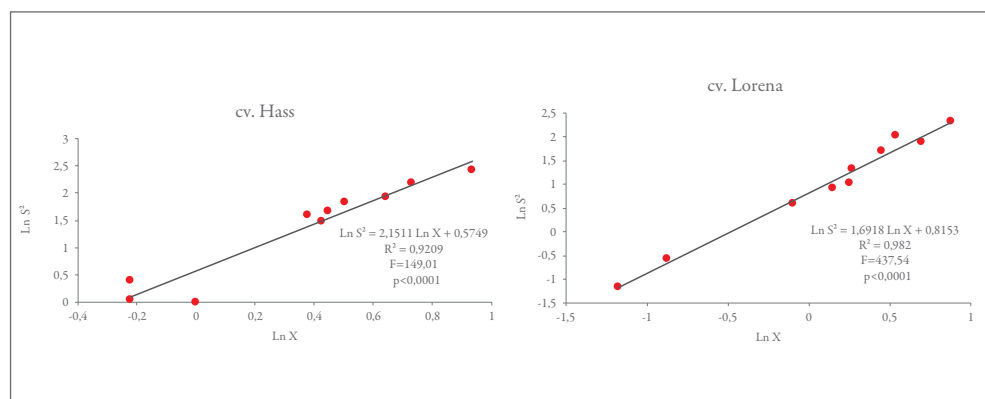


Figura 42. Relación entre el logaritmo de la varianza ($\text{Ln } S^2$) y el logaritmo del número medio de ninfas ($\text{Ln } X$) de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) en hojas prebasales en un brote de 60 cm de aguacate cvs. Hass y Lorena.

Fuente: Elaboración propia

Este comportamiento de dispersión insectil de la mosca blanca del aguacate ha sido encontrado en especies como *Trialeurodes vaporariorum* (Basso et al. 2001; Bueno et al. 2005) y *B. tabaci* (Moura 2001).

Registros y planillas

Los registros se deben realizar en campo por técnicos operarios y productores de aguacate entrenados, quienes deben recibir una inducción técnica con respecto al método de muestreo.

Los registros se hacen semanalmente en la mañana, para evitar las horas de calor de manera que el operario presente mayor rendimiento en su labor de muestreo y sea más eficiente.

Los registros consisten en la toma de datos en plantillas en medio físico o digital, diseñadas para realizar una estimación del porcentaje de hojas (H) infestadas por rama (Ram) procedentes de la observación de cinco brotes (Br) por rama tomando la hoja intermedia o prebasal del brote.

Finalmente, mediante tablas de frecuencias, los registros permiten detectar el intervalo promedio en que fluctúan las densidades de ninfas de moscas blancas en la zona. Para este estudio se fijaron tres umbrales preliminares (Uap) determinados así: umbral 1 con $\geq 10\%$ hojas infestadas/rama, umbral 2 con $\geq 30\%$ hojas infestadas/rama, umbral 3 con $\geq 60\%$ hojas infestadas/rama



para cultivos de aguacate cvs. Hass y Lorena en el municipio de Fresno, Tolima, los cuales se pueden aplicar como tratamientos en parcelas experimentales. Una vez se detecte en los registros que se sobrepasó el umbral de acción preliminar (UAp), se procede a hacer el control químico con ingredientes activos específicos para el control de mosca blanca.

Cálculo del nivel de daño económico

Según Stern et al. (1959) citado por Pedigo et al. (1986), el nivel de daño económico (NDE) se define como “la más baja densidad de población de la plaga que causará daño económico”; concepto útil para saber si una densidad de plaga causa suficiente daño para que se justifique económicamente el costo de implementar una estrategia de combate, lo cual también permite racionalizar el control de la plaga y reducir los posibles efectos colaterales (Moreno et al. 2002).

Para el cálculo del NDE es necesario el conocimiento de: costo de manejo por unidad de producción de fruto (\$/ha), daño por unidad de plaga, valor en el mercado por unidad de producción (\$/kg), pérdida en rendimiento como una función del daño total del cultivo y porcentaje de eficiencia del método de control usado (Pedigo et al. 1986).

En este estudio el cálculo del nivel de daño se basó en la fórmula propuesta por Pedigo et al. (1986), la cual es:

Donde:

$$NDE = \frac{C}{VIDK}$$

NDE = nivel de la plaga donde el daño económico iguala al costo de las medidas de control.

C = costo de manejo por unidad de producción (\$/ha)

I = daño por unidad de plaga

V = valor en el mercado por unidad de producción (\$/kg)

D = pérdida en rendimiento como una función del daño total del cultivo (función de daño) (kg/ha por hojas infestadas)

K = porcentaje de eficiencia del método de control usado (expresado como fracción de unidad de acuerdo con el insecticida usado)

Para obtener la función de daño (D) y el daño por unidad de plaga (I) se realiza una regresión lineal del tipo $Y = a + bx$ entre el promedio de hojas infestadas/rama encontradas en parcelas experimentales al aplicar los tratamientos de umbrales de acción preliminares (umbral 1, umbral 2, umbral 3 y un testigo absoluto) con el rendimiento promedio (kg/ha) que arroja cada uno de ellos; así se obtiene la función de rendimiento donde:

Y = rendimiento/área

A = constante intercepto

B = pérdida rendimiento/insecto

X = número de insectos/área

Nivel de daño económico cultivar Hass

Bueno et al. (2005) manifestaron que cuando los rendimientos obtenidos en cada ensayo no guardan proporción directa con los diferentes niveles de infestación preestablecidos como tratamientos, las regresiones lineales entre rendimiento y niveles de infestación resultan ser no significativas; esto indicaría que el insecto no está causando pérdidas económicas significativas y en consecuencia no se podría calcular una función de daño y no se debe calcular el nivel de daño económico.

En este estudio, los tratamientos aplicados (UAp) al cv. Hass no tuvieron una relación inversa entre infestación y rendimientos, debido a que la regresión lineal no fue significativa ($p=0,37$; $R^2=0,39$); se concluyó que el insecto no está causando pérdidas económicas significativas en el cultivo de aguacate cv. Hass.

Por tanto, la mosca blanca presente en el cv. Hass se consideró como una plaga secundaria por cuanto se encuentra ya establecida en los cultivos de aguacate en Fresno, pero hasta el momento no ocasiona daños económicos en el cultivo.



Resultados

Nivel de daño económico cultivar Lorena

Los porcentajes de niveles de infestación resultaron ser proporcionales a los diferentes umbrales de acción preliminares (UAp) aplicados como tratamientos al cv. Lorena y presentaron diferencias significativas entre los tratamientos T1 ($\geq 10\%$) y T3 ($\geq 60\%$), además entre T1 ($\geq 10\%$) y testigo según la prueba de Tukey ($p=0,05$) (figura 43).

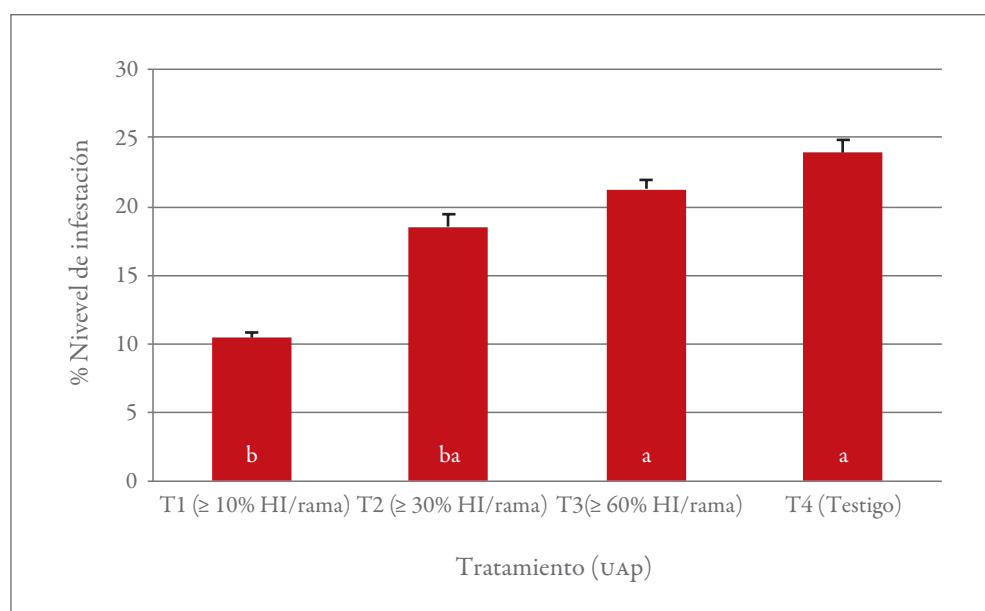


Figura 43. Efecto de los umbrales de acción preliminares (UAp) aplicados como tratamientos para el control de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*), influyentes en los niveles de infestación en aguacate cv. Lorena.

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey (0,05) para la variable nivel de infestación.

Fuente: Elaboración propia

Así, el tratamiento T1 ($\geq 10\%$) pudo mantener el menor nivel de infestación ($10,46\% \pm 0,37\%$) pero requirió del mayor número de aplicaciones y los costos de control estadísticamente diferentes a los demás tratamientos; mientras que los tratamientos T2 ($\geq 30\%$), T3 ($\geq 60\%$) y el testigo no presentaron diferencias significativas en el número de aplicaciones y los costos de control.

Además, se encontró un efecto del porcentaje de hojas infestadas/rama en relación con los rendimientos, ya que se ajustaron a una regresión lineal simple ($p=0,05$; $R^2=0,89$). El efecto fue inversamente proporcional debido a sus parámetros negativos (b) de pérdida de rendimientos encontrados mediante la función lineal para el cv. Lorena ($Y=7.639,28 - 119,75x$); esto mostró que cuando los niveles de infestación son cero existe un potencial de rendimiento teórico de 7.639,28 kg/ha y se corre el riesgo de perder 119,75 kg/ha como consecuencia de un aumento en una unidad del nivel de infestación de hoja/rama. Los niveles de infestación y los costos de control se ajustaron a una regresión lineal ($p=0,01$; $R^2=97$). Esto permitió la predicción del costo total de control generado entre los tratamientos.

La fórmula predictiva fue: $Y=22,63372 - 0,00000422x$, donde Y = % hojas/rama infestadas por colonias de moscas blancas, x = costos totales de control (\$/ha), para $Y=0$.

Despejando el valor de x , los resultados indicaron que para llevar a cero el porcentaje de hojas infestadas/rama, el costo total por hectárea fue de $x = \$5.363.440$ (USD2.145,37 aproximadamente).

Aplicada la fórmula NDE, se encontró que para el cv. Lorena fue de $42,23 \approx 42\%$ de HI/rama (tabla 5); esto quiere decir, el más bajo porcentaje de hojas infestadas/rama por colonia de ninfas de moscas blancas que llega a ocasionar daño económico, donde el costo de control iguala al beneficio obtenido y que desde este nivel se justifica económicamente el costo de implementar una estrategia de manejo según la definición clásica de Stern et al. (1959).

Tabla 5. Nivel de daño económico calculado (NDE) para mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) en aguacate cv. Lorena en el municipio de Fresno, Tolima, Colombia. Cosecha anual 2013

Variedad	Costo de control para cero % HI/rama	Valor por unidad de producción (V)	Pérdida de rendimiento (b)	Eficiencia de control aplicado (K)	NDE calculado (%HI/rama)
Lorena	5.363.440,76	1.400,00	119,75	0,7575	42,23 $\approx$ 40

HI/rama = porcentaje de hojas infestadas/rama por colonias de ninfas de moscas blanca
Fuente: Elaboración propia



Finalmente, se destaca que los niveles de daño deben ser calculados nuevamente a medida que el valor del precio por unidad de producción baje, ya que el nivel de daño económico aumentaría o, caso contrario, cuando hay mayor precio se reduce la tolerancia del daño. Por otra parte, es recomendable la actualización y rotación de ingredientes activos para mejor eficiencia (K) de control del producto usado (Rodríguez et al. 1996).

Umbral de acción

El umbral de acción (UA) se define como la densidad de población de plaga donde se debe adelantar una acción de manejo para evitar que en un futuro la población alcance el NDE (Stern et al. 1959).

El UA es más difícil de estimar porque depende de la dinámica poblacional de la plaga y su proyección en el tiempo; por lo anterior, se requirieron varios años de investigación para lograr predecir esta dinámica (Moreno et al. 2002), que depende de estimar y predecir variables como el NDE, fenología del hospedero, densidad poblacional de colonias de ninfas de mosca blanca, tasas de daño y demoras de tiempo asociadas con las prácticas de manejo.

El umbral de acción se calculó mediante la fórmula propuesta por Pedigo et al. (1986) ajustada para este caso:

$$UA = (NDE) - [(crecimiento\ hojas\ infestadas\ rama\ día * días\ intervalo\ entre\ muestreos) * \% eficiencia\ producto]$$

En este estudio los datos sugeridos por la formula fueron:

NDE = 42,23 % HI/rama

Intervalos entre muestreos = 7 días

Crecimiento hojas infestadas/rama al día = $1,26 \pm 0,1$ %

Eficiencia del producto = 0,75

Al realizar el cálculo del umbral de acción se obtiene:

$$UA = [(42,23 \% \frac{HI}{rama}) - (1,26 \% \text{ hojas infestadas rama día} * 7 \text{ días})] * 0,75]$$

$$UA = 35,59\% HI/rama$$

El anterior umbral de acción para el cv. Lorena resultó con una diferencia de 6,63 % HI/rama con respecto al nivel de daño económico, lo que posibilita un plazo para la toma de decisiones para el control de las moscas blancas del aguacate.

Otro factor importante para determinar los UA es estimar y predecir los periodos a considerar para establecer el mejor periodo de muestreo que permita pronosticar la presencia del insecto, además de la fenología del cultivo (Pedigo y Zeiss 1996; Cardona 1999).

Para estimar la fluctuación poblacional, además del registro de las variables climáticas, se instaló en la finca Cafetales Villa María del municipio de Fresno, Tolima (ubicada a 1.360 msnm, 0,5° 0,9' 48,8" N; 0,75° 0,1' 4" O) una estación climatológica WatchDog® serie 2000 de Spectrum Technologies, Inc. Esta finca se caracterizó por un manejo de moscas blancas con escasa aplicación de insecticidas químicos, por lo que se la denominó finca control de experimento.

Así, se evidenció que el aumento del porcentaje del área de la hoja infestada por ninfas de mosca blanca (HI) ocurre en semanas cuando se incrementa paulatinamente la temperatura hacia 24,23 °C; si se tiene en cuenta que la temperatura promedio fue de 22,94±0,1 °C, como lo indican las líneas de tendencia polinómicas de temperatura (T °C/semana) *versus* (HI) con similar comportamiento en los dos cultivares evaluados (figura 44a).

Los periodos semanales con descensos de temperatura coinciden con los aumentos paulatinos significativos de la precipitación y estos, a su vez, con la disminución del porcentaje de infestación (HI), como lo indican las líneas de tendencia polinómicas de precipitación (mm/semana) (figura 44b).

Los periodos semanales con aumentos en la humedad relativa (HR) están ligados a las dos condiciones ambientales anteriormente descritas con mayores precipitaciones y menores temperaturas; así, a mayor humedad relativa las líneas de tendencia polinómicas de humedad relativa (HR/semana) en contraste con las líneas de tendencia polinómicas del porcentaje del área de la hoja infestada por ninfas (HI) muestran los menores porcentajes de infestación (figura 44c).

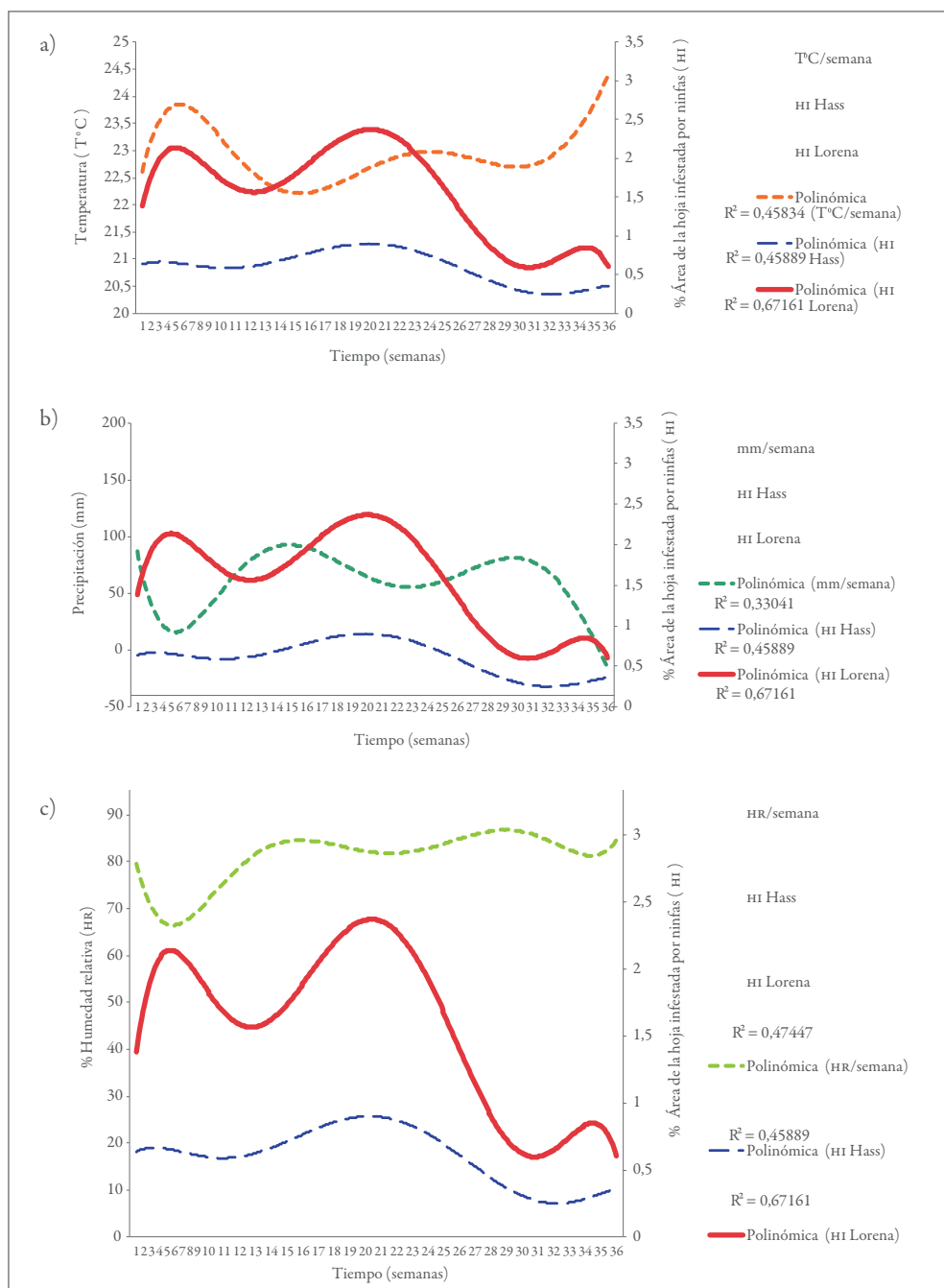


Figura 44. Fluctuación poblacional de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp.) en los cvs. de aguacate Hass y Lorena con respecto a las condiciones climáticas en la finca Cafetales Villa María. a. Temperatura frente a infestación en cultivares; b. Humedad relativa frente a infestación en cultivares; c. Precipitación frente a infestación en cultivares.

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

El muestreo de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* debe consistir en la inspección de cuatro ramas del contorno del árbol tomadas del estrato bajo, supervisando cinco brotes/rama registrando la presencia o ausencia de colonias de ninfas de mosca blanca presentes en el envés de una hoja intermedia o prebasal de cada uno de los brotes, muestreando 18 árboles/ha.

La mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* presente en la variedad Hass se consideró una plaga secundaria por cuanto la plaga se encuentra ya establecida en el municipio de Fresno (Tolima), pero hasta el momento no ha ocasionado daños económicos en el cultivo.

El nivel de daño económico (NDE) de la mosca blanca del aguacate Lorena en el municipio de Fresno (Tolima) se estimó en 42,23 % de hojas infestadas por rama.

La mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* presente en la variedad Lorena, se consideró como plaga clave porque ocasionó pérdida del rendimiento de la fruta, alcanzando un nivel de daño económico, además de su adaptación favorable de alimentación en su hospedero.

El umbral de acción (UA) de la mosca blanca del aguacate cv. Lorena en el municipio de Fresno (Tolima) se estimó en 35,59 % de hojas infestadas por rama.



Referencias

- Basso C, Franco J, Grille G, Pascal C. 2001. Distribución espacial de *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en plantas de tomate. Bol San Veg Plagas. 27:475-487.
- Bermeo HP, Saavedra C, Sandoval A. 2010. Prospectiva para la innovación en la agrocadena del aguacate en el Tolima. Ibagué, Colombia: Universidad de Ibagué.
- Bueno J, Cardona C, Chacón P. 2005. Fenología, distribución espacial y desarrollo de métodos de muestreo para *Trialeurodes vaporariorum* (Homóptera: Aleyrodidae) en habichuela y frijol. Rev Colomb Entomol. 31(2):34-42.
- Caicedo LS. 2014. Estimación de umbrales de acción para la mosca blanca *Paraleyrodes Quaintance* pos. *bondari*. (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae) em aguacate (*Persea americana* MILL) Hass y Lorena en el Fresno, Tolima, Colombia [tesis de maestría]. [Bogotá, Colombia]: Universidad Nacional de Colombia.
- Cardona C. 1999. Entomología económica y manejo de plagas. En: López JH, editor Manejo integrado de plagas y enfermedades. Palmira, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. pp. 30-37.
- Gusmão MR. 2000. Avaliação de vetores de viroses, predadores e parasitóides e planos de amostragem para mosca-branca em tomateiro [tesis de maestría]. [Viçosa, Brasil]: Universidade Federal de Viçosa.
- Hernández LA, García JL. 2011. Control químico de mosquita blanca en el cultivo de aguacate en Urapán, Michoacán, México [trabajo de grado]; [consultado: 2013 ene 7]. <http://www.bdigital.unal.edu.co/47199/1/2577408.2015.pdf>.
- Lewis T. 1997. Thrips as Crop Pest. Wallingford, Reino Unido: CAB Internacional.
- Martin JH, Mound LA. 2007. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). Zootaxa. 1492:1-84.
- Moreno B, Barrera JF, Pinzón E, Valle MJ. 2002. Nivel de daño económico del cacahuete. En: Barrera JF, editor. Tres plagas del café en Chiapas. Tapachula, México: Colegio de la Frontera del Sur.

- Moura FM. 2001. Plano de amostragem convencional da mosca-branca *Bemisia tabaci* (GENN.) (Homoptera: Aleyrodidae) na cultura do pepino [tesis de maestría]. [Viçosa, Brasil]: Universidade Federal de Viçosa.
- Pedigo LP, Zeiss MR. 1996. Analyses in insect ecology and management. Ames, Estado Unidos: Iowa State University Press.
- Pedigo LP, Hutchins SH, Higley LG. 1986. Economic injury levels in theory and practice. *Ann Rev Entomol.* 31:341-368.
- Ríos D, Corrales DM, Daza GJ, Aristizábal A. 2005. Aguacate: variedades y patrones importantes para Colombia. Candelaria, Colombia: Profrutales.
- Ripa R, Larral P. 2008. Manejo de plagas en paltos y cítricos. Santiago de Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Rodríguez A, Hiller M, Williams E. 1996. Umbrales de acción para la mosca blanca de los invernaderos, *Trialetrodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), en tomate. *Rev Colomb Entomol.* 22(1):87-89.
- Sánchez J. 2005. Control de mosca blanca (*Paraleyrodes persea* Quaintance y/o *Tetraleurodes persea*) con microorganismos entomopatógenos. Boletín El Aguacatero 44. Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate de Uruapan Michoacán; [consultado 2013 ene 7]. <http://www.aproam.com/boletines/a44.htm>.
- Segura CK. 2012. Identificar las especies de mosca blanca de aguacate y evaluar en campo el potencial de control con diferentes alternativas en el municipio de Fresno, Tolima [trabajo de grado]. [Bogotá, Colombia]: Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas.
- Southwood TRE, Henderson PA. 2000. Ecological Methods. 3ª ed. Oxford, Inglaterra: Blackwell Science.
- Stern VM, Smith RF, Van den Bosch R, Hagen KS. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia.* 29(2):81-101.
- Taylor LR. 1984: Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. *Ann Rev Entomol.* 29:321-357.
- Thompson JN. 1988. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. *Entomol Exp Appl.* 47(1):3-14.



Manejo de mosca blanca en aguacate

Edgar Herney Varón Devia
Luis Sigifredo Caicedo Riascos
Karen Suárez Gutiérrez
Mildred Mayorga Cobos
Ingrid Ortiz Ortiz

Introducción

Gerling et al. (2001) y Manzano (2000) encontraron que los principales enemigos naturales de las moscas blancas se encuentran dentro de la familia Aphelinidae y Platigastridae, y particularmente en los géneros *Encarsia*, *Eretmocerus* y *Amitus*. Myartseva et al. (2012) reportaron a *Eretmocerus* sp., como un ecto o endoparasitoide solitario de moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae).

Encarsia y *Amitus* han sido asociados como parasitoides de moscas blancas, como *Aleurocanthus woglumi* (López et al. 2009). Asimismo, el género *Eretmocerus* ha sido referenciado como parasitoide importante de *B. tabaci* (El-khawas y Salwa 2010; Awadalla et al. 2014) y *Encarsia* ha sido referenciado como parasitoide importante de *B. tabaci* (Awadalla et al. 2014), *Aleurocanthus woglumi* (López et al. 2009) y *Aleurodicus dispersus* (Lambkin y Zalucki 2010).



Durante las observaciones de exuvias de pupa de mosca blanca, algunas larvas de Crisopidae fueron encontradas depredando estados ninfales de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*. Este resultado está acorde con el mencionado por Jiménez (2004), quien indicó que las larvas de Crisopidae se alimentan de varias especies de insectos de cuerpo blando, incluyendo estados inmaduros de moscas blancas. Además, Reyes y Zambrano (2001) resaltaron que la especie *C. externa* mostró preferencia por alimentarse con áfidos, moscas blancas y larvas de lepidóptero pequeñas.

Chrysoperla carnea ha sido señalado como depredador de la mosca blanca *B. tabaci* (Simmons y Abd-Rabou 2011), así como *Chrysoperla* sp. fue registrado depredando varias especies de moscas blancas, entre ellas *Aleurodicus maritimus*, *A. pseudugesii*, *A. pulvinatus*, *Minutaleyrodes minuta*, *Nealeurodicus moreirai*, *Paraleyrodes bondari* y *Pseudaleurolobus jaboricabae* (Trindade y De Lima 2012).

Muestreo para mosca blanca

Ripa y Larral (2008) sugirieron que el chequeo de mosca blanca se debe realizar durante todo el año, colectando diez hojas por árbol de 1 % de la población; se debe observar y registrar la presencia de la plaga e individuos parasitados, registrando solo los insectos vivos, ya que las exuvias podrían no indicar el ataque o la acción de los parasitoides; la observación se facilita lavando previamente las hojas con un aspersor manual para retirar la lanilla y mielecilla. Estos autores también afirman que se deben seleccionar al azar un mínimo de 20 brotes en activo crecimiento por cuartel, y determinar la proporción de brotes con adultos y huevos de la plaga y poner especial atención en sectores específicos del huerto, como orillas de caminos, sectores altos de laderas u otros con historial de ataques más intensos.

Control biológico

Se define el control biológico como: la acción de parásitos, depredadores, patógenos y antagonistas; en el mantenimiento de la actividad de otro organismo a un promedio más bajo del que podrían ocurrir en su ausencia (Román 2007). Varios enemigos naturales atacan los estados inmaduros de la mosca blanca y proporcionan un control biológico cuando no son alterados por las hormigas, polvo o tratamiento insecticida (Universidad de California 2014). Para el manejo de la mosca blanca se han identificado diversos organismos con importantes resultados en laboratorio y campo, entre los cuales se pueden

citar parasitoides como *Encarsia* sp., *Cales* sp. y *Eretmocerus* spp.; depredadores como *Delphtastus* sp., *Chrysopa* sp., *Geocoris* y *Orius* sp.; y entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, *Lecanicilium lecanii* y *Paecylomyces fumosoroseus* (Román 2007; Universidad de California 2014).

Control químico

Los resultados de los tratamientos con insecticidas de síntesis química para el control de mosca blanca no suelen ser concluyentes, debido principalmente al alto potencial biótico de la plaga y al hecho de coexistir solapados en el tiempo los diferentes estados biológicos del insecto, con grados distintos de protección y resistencia frente a los agentes biocidas, lo que hace difícil obtener un alto grado de eficiencia; adicionalmente, la secreción cérica aísla a la plaga de los plaguicidas y el cuarto estado larvario y el huevo se encuentran protegidos; las ninfas, por el contrario, son menos resistentes (Llanos 1999). El uso indiscriminado de insecticidas en el control de especies con ciclos de vida cortos, como es el caso de las moscas blancas, ha facilitado la expresión de caracteres de resistencia a los plaguicidas; este insecto puede pasar con sus partes bucales a través de una gota de insecticida hasta el tejido vegetal inferior sin ingerir el plaguicida y, si este es de acción estomacal, no tendrá efecto en la plaga (Román 2007).

En el empleo del control químico dentro de un esquema de manejo integrado, los tratamientos se deben concentrar en el tiempo en que las ninfas de primer y segundo instar son más abundantes; también se recomienda hacer un seguimiento de la puesta de huevos en los brotes jóvenes y hacer la aplicación cuando se produce la máxima eclosión y antes del desarrollo de la pupa. Se destaca que es muy importante la rotación de productos de diferente grupo químico y la utilización de productos de poca persistencia y alta selectividad.

Entre los productos que se han considerado más eficaces contra la pupa sobresale el butocarboxim, que además no tiene efecto sobre la fauna benéfica; sin embargo, la plaga ha creado resistencia frente al insecticida. Otro ingrediente activo bastante eficaz es el imidacloprid, su mayor inconveniente es la falta de especificidad frente a los enemigos naturales. Los reguladores de desarrollo, como buprofezin, piriproxifen y lufenuron respetan la fauna benéfica y son bastante eficaces contra la mosca blanca; también se ha recomendado el aceite mineral, fenazaquin, metilazinfos y piretroides, entre otros (Llanos 1999; Román 2007).



Control cultural

El control de la mosca blanca se puede hacer mediante lavados con agua y detergente agrícola; este se recomienda ante 10 % o más de las hojas con insectos vivos y en ausencia o baja presencia de enemigos naturales; si el nivel de parasitismo es mayor, puede tolerarse hasta alrededor de 25 % de las hojas con individuos vivos. El lavado elimina los adultos, ninfas recién eclosionadas, mielecilla y parte de los filamentos de las ninfas, facilitando la acción de los enemigos naturales y, en consecuencia, aumentando el control biológico. Los lavados se deben repetir, dependiendo de la intensidad del ataque. Como mínimo, se deben realizar dos lavados consecutivos. Durante el invierno, las lluvias causan una alta mortalidad, en especial de los adultos en las hojas tiernas, por lo tanto, no se recomienda la aplicación de lavados. En zonas propensas al ataque de esta plaga, se recomienda también manejar los factores que influyen en el desarrollo de los brotes en la planta, como la fertilización nitrogenada y las podas fuertes (Ripa y Larral 2008).

Objetivos

Formular y aplicar un protocolo de manejo de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) en fincas de agricultores de Fresno (Tolima).

Materiales y métodos

Se seleccionaron tres fincas para el establecimiento del experimento de manejo integrado de mosca blanca, que cumplen con la condición de tener sembradas más de 0,4 ha de aguacate cultivar Lorena en sistema de monocultivo; cada una presentó un nivel diferente de infestación inicial de mosca blanca: alto (Santo Tomás: 88 %), medio (Mi Viejo Tolima: 31,5 %) y bajo (El Rosal: 10 %). Cada finca se ubica en una vereda diferente del municipio de Fresno (Brillante, Palenque y La Sierra), en altitud que oscila entre 1.013 y 1.344 msnm; la edad de los árboles de cultivo es próxima a los seis a siete años (tabla 6). La finca con el bajo nivel de infestación de mosca blanca se caracteriza por que al cultivo lo manejan orgánicamente.

Tabla 6. Fincas seleccionadas para el establecimiento del experimento

Finca	Vereda	Altitud (msnm)	Georreferenciación		Área sembrada en aguacate (ha)	Densidad de siembra (árboles/ha)	Edad promedio del cultivo (años)
			Latitud (N)	Longitud (O)			
Mi Viejo Tolima (Medio)	Brillante	1.013	5°11'47,7"	74°58'22,1"	3,75	156	6,0
Santo Tomás (Alto)	Palenque	1.080	5°10'41,5"	74°58'54,0"	4,00	139	7,5
El Rosal (Bajo)	La Sierra	1.344	5°09'08,1"	75°01'20,5"	5,00	100	6,0

Fuente: Elaboración propia

Manejo integrado de mosca blanca

El tratamiento de manejo integrado (MI) propuesto reúne las siguientes prácticas: muestreo, aplicación de umbral de acción, uso de insecticidas de síntesis química, rotación de ingredientes activos, uso de productos biológicos (entomopatógenos) e incremento de parasitoides.

Chequeo. A partir del 7 de julio de 2014 se realizaron chequeos semanales para determinar los porcentajes de infestación de mosca blanca en cada parcela.

Uso focalizado de entomopatógenos. En las parcelas que presentaron una densidad poblacional promedio de mosca blanca inferior a 35 % de infestación —umbral de acción establecido por Caicedo (2014)— pero con focos donde los árboles superaron o igualaron este umbral, se hicieron aplicaciones focalizadas con el producto biológico Vercani® WP, el cual tiene como ingrediente activo el hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecani*; este se aplicó en mezcla con el coadyuvante Neofat® CE (tabla 7).



Uso de insecticidas de síntesis química: en las parcelas que presentaron una densidad poblacional promedio de mosca blanca igual o superior al umbral de acción, se realizaron aplicaciones intercaladas de Actara 25° WG (I.H. Tiametoxam) y Epingle® EC (I.A. Pyriproxifen), en mezcla con el coadyuvante Carrier® (tabla 7), manteniendo un tiempo mínimo de dos semanas entre una aplicación y otra, puesto que los productos son de acción prolongada.

Incremento de parasitoides. De la finca que presentó la mayor cantidad de parasitoides en el último registro, se colectaron hojas de aguacate que tuvieran la mayor parte del área foliar del envés cubierta con colonias de pupas de mosca blanca; estas hojas se colocaron en cámara húmeda en frascos de vidrio grandes, los cuales tenían en su interior dos fuentes de alimento para los parasitoides (algodón humedecido con agua y azúcar); los frascos se cubrieron en su parte superior con una tela de poro fino para permitir la oxigenación en el interior del frasco y evitar la salida de los insectos. Cuando se inició la emergencia de los parasitoides (*Encarsia*, *Eretmocerus* y *Amitus*), estos fueron liberados en las dos fincas que presentaron el menor número de parasitoides (*Encarsia*, *Eretmocerus* y *Amitus*). Ripa y Larral (2008) sugirieron que, en ausencia de enemigos naturales de mosca blanca o cuando estos hayan sido eliminados por la aplicación reiterada de insecticidas, se puede inocular parasitoides colectando hojas con ninfas parasitadas presentes en otra parcela y disponerlas en bolsas de papel con orificios de 2 a 4 mm dentro de los árboles más afectados. En este estudio no se trasladaron ninfas parasitadas dada su difícil observación y el riesgo de trasladar la plaga a lotes poco infestados.

Manejo convencional

En las tres fincas seleccionadas, se dispuso además una parcela de 25 árboles de aguacate cv. Lorena, en la que se ejecutó el manejo convencional, es decir, el manejo que el agricultor propone y ejecuta normalmente en su finca. En esta parcela el agricultor aplicó los productos, las dosis y la frecuencia que consideró necesarias para mantener el cultivo. A esta parcela se le hizo el chequeo de mosca blanca semanalmente, de la misma manera que a la parcela del manejo integrado, con el fin de comparar las poblaciones de cada manejo.

Tabla 7. Productos seleccionados para el manejo integrado de mosca blanca en aguacate

Producto comercial	Actara®	Epingle®	Vercani®	Carrier®	Neofat®
Función	Insecticida	Insecticida	Insecticida	Coadyuvante	Coadyuvante (productos biológicos)
Ingrediente activo	Tiametoxam	Pyriproxyfen	<i>Lecanicillium lecani</i>	Glicéridos saturados más ácidos carboxílicos insaturados	Derivado hidroxilado de un ricinolato de potasio
Dosis	1,12 g/L	1,87 ml/L	1,12 g/L	1,5 ml/L	0,75 ml/L
Formulación*	WG	EC	WP	EC	EC
Concentración	25 %	10 %	1*108 esporas/gramo	94,40 %	35 %
Categoría toxicológica	III	II	IV	IV	III
Forma de acción	Sistémico y traslaminar	Traslaminar	Traslaminar	NA	NA
Modo de acción	Contacto e ingestión	Contacto e ingestión	Contacto e ingestión	NA	NA
Mecanismo de acción	Interfiere con los receptores nicotínicos (receptor acetilcolina nicotínico) produciendo convulsiones nerviosas en el insecto, que producen parálisis y muerte.	Regulador biorracional del crecimiento, imita hormona juvenil, perturba el ciclo de crecimiento y afecta la metamorfosis, embriogénesis, reproducción, desarrollo larvario y perturbación de la diapausa.	Las conidias del hongo <i>L. lecanii</i> germinan cuando entran en contacto con la cutícula del insecto plaga. El micelio penetra en el cuerpo del insecto a través del integumento y crece en la hemolinfa, causándole la muerte.	NA	NA

Fuente: Elaboración propia



Porcentajes de infestación de mosca blanca

Para determinar los porcentajes de infestación de mosca blanca se seleccionaron al azar tres árboles en cada parcela; de cada árbol se tomaron cuatro ramas (longitud: 1 m) del estrato bajo, en cada rama cinco brotes (longitud: 60 cm) y de cada brote una hoja de la zona intermedia, para un total de 20 hojas/árbol. En la superficie abaxial de cada hoja se evaluó la presencia o ausencia de colonias de ninfas (Southwood y Henderson 2000). En este método la presencia de una sola colonia indicó que una hoja estaba infestada por la mosca blanca. Con la información recogida se calculó el porcentaje de infestación de cada árbol y, con el promedio de los tres árboles, se determinó el porcentaje de infestación del cultivo.

Porcentajes de parasitismo y depredación

En cada parcela se colectaron semanalmente diez hojas que tuvieran colonias de exuvias de mosca blanca. Con la ayuda de un estereoscopio se realizó el conteo de una colonia de exuvias en cada hoja, evaluando la forma de eclosión; se registró el número de ninfas con eclosión normal, el número de ninfas parasitadas y el número de ninfas depredadas. Según Hoddle y Hoddle (2008), la manera normal de emerger la mosca blanca es en forma de T y, cuando se encuentra parasitada, lo hace en forma circular; por tanto, el parasitismo se verifica al observar un hueco en forma circular en la exuvia; cuando esta ha sido depredada tiene una apariencia plana porque se ha succionado su interior. Con los datos colectados se calcularon los porcentajes de parasitismo, depredación y eclosión normal. En el caso donde el área de la colonia era demasiado grande, se debió limitar el área a contabilizar las exuvias por medio de un cuadro de dimensiones de 1,25 x 1,25 cm, con el objetivo de obtener una eficiente estimación de conteo.

Cuantificación de parasitoides de mosca blanca

En cada parcela se colectaron quincenalmente hojas con colonias de pupas de mosca blanca, las cuales se introdujeron en cámara húmeda en cajas de Petri. Se hicieron cuatro repeticiones por tratamiento. Cada tres días se observó y registró la emergencia de los parasitoides *Amitus* sp., *Eretmocerus* sp. y *Encarsia* sp., reportados por Cruz (2013) como los principales enemigos naturales de la mosca blanca en Fresno.

Impacto ambiental en campo

El impacto ambiental en campo (IAC) del manejo de mosca blanca en cada una de las parcelas se determinó por el método desarrollado por Kovach et al. (1992), en el cual, para calcular este valor, se requirió conocer el coeficiente de impacto ambiental (CIA), la concentración del ingrediente activo del producto utilizado, la dosis del producto y el número de aplicaciones. Los valores del CIA para los principales pesticidas ya se han determinado y están publicados en la página web de la Universidad de Cornell. La fórmula del impacto ambiental en campo se expresa como:

$$IA\ campo = CIA * concentración * dosis\ (kg\ o\ l/ha) * número\ de\ aplicaciones$$

La información de los productos empleados para el control de mosca blanca, las dosis y el número de aplicaciones se recopiló en campo preguntando directamente a los productores. El impacto ambiental de cada tratamiento se estimó como la suma del impacto ambiental en campo de cada uno de los ingredientes activos empleados en el control de mosca blanca.

Costos de producción, rendimiento y rentabilidad

Con el fin de determinar los costos de producción en cada finca, se registraron mensualmente las labores realizadas en el cultivo; en esa anotación se tuvieron en cuenta la cantidad y costos de insumos, materiales y mano de obra implicados en cada labor, y el costo de manejo de mosca blanca en cada tratamiento. A la vez, se consideró la producción en cada parcela y los precios de venta del producto, con el fin de determinar los rendimientos y el ingreso bruto. Con los datos de costos de producción y de ingreso bruto se calculó la rentabilidad de cada manejo (tratamiento).

Análisis de la información

Para cada finca se realizó un análisis de varianza para determinar si hubo efecto de los tratamientos sobre la infestación de mosca blanca, el parasitoidismo y depredación y el número de parasitoides. Para estas mismas variables se hizo una comparación de medias a través de pruebas de Tukey ($p \leq 0,05$). En el análisis estadístico se utilizó el programa SAS versión 9.1 (SAS Institute 2009). Se compararon los valores de impacto ambiental en campo, producción, rendimiento y rentabilidad para los dos tratamientos.



Resultados y discusión

Infestación de mosca blanca

En la figura 45a se observa que en la finca Santo Tomás (nivel alto de infestación), a lo largo del tiempo del experimento, el porcentaje de infestación de mosca blanca de la parcela MI siempre estuvo por debajo de la parcela MC. En la semana 1 (7 al 13 de julio) el porcentaje de infestación del MC fue de $75,00 \% \pm 11,55 \%$ y del MI fue de $65,00 \% \pm 7,64 \%$; para la semana 24 (15 al 21 de diciembre) el porcentaje de infestación del MC fue de $71,66 \% \pm 9,27 \%$ y del MI fue de $40,00 \% \pm 12,58 \%$. Esto significa que en la parcela MC se disminuyó $3,34 \%$ la infestación desde el primer chequeo hasta el último, mientras que en la parcela MI se disminuyó 25% en el mismo periodo (cinco meses), lo que demuestra que el manejo integrado ha sido más efectivo para el control de mosca blanca que el manejo convencional; sin embargo, el MI no logró bajar el porcentaje de infestación de mosca blanca hasta por debajo del umbral de acción (35%).

En la figura 45b se puede analizar que en la finca Mi Viejo Tolima (nivel medio de infestación), a medida que pasó el tiempo, la parcela MI se fue diferenciando de la tendencia de infestación del MC. En la semana 1 (7 al 13 de julio) el porcentaje de infestación del MC fue de $38,33 \% \pm 4,41 \%$ y el del MI fue $40,00 \% \pm 5,00 \%$; en la semana 24 (15 al 21 de diciembre), el porcentaje de infestación del MC fue del $80,00 \% \pm 8,66 \%$ y del MI fue de $16,66 \% \pm 4,40 \%$. Esto significa que del primer chequeo al último, en la parcela MC aumentó el porcentaje de infestación en $41,66 \%$, mientras que en la parcela MI disminuyó en $23,34 \%$. En esta finca se puede ver con mayor claridad la efectividad del manejo integrado para el control de mosca blanca, que logró bajar la infestación por debajo del umbral de acción. Es de resaltar que en la parcela de manejo convencional no se realizaron aplicaciones por parte del agricultor.

En la figura 45c se observa que en la finca El Rosal (nivel bajo de infestación), cuando el porcentaje de infestación se mantiene por debajo del umbral de acción, no se pueden apreciar diferencias entre los dos tratamientos; sin embargo, en el último mes (diciembre) se presentaron varios focos de infestación por encima del umbral de acción en la parcela MI, que llevó a realizar una aplicación de Vercani®. En la semana 1 (7 al 13 de julio) el porcentaje de infestación del MC

fue de $15,33 \% \pm 2,89 \%$ y el del MI fue $20,00 \% \pm 7,64 \%$; en la semana 24 (15 al 21 de diciembre), el porcentaje de infestación del MC fue de $31,66 \% \pm 7,24 \%$ y del MI fue de $23,33 \% \pm 6,00 \%$; esto significa que desde el primer chequeo hasta el último que se realizó en el MC aumentó $16,33 \%$, mientras que en la parcela MI aumentó $3,33 \%$; esto demuestra que con el manejo integrado se logró mantener el porcentaje de infestación de mosca blanca por debajo del umbral de acción.

Con las flechas se indican las aplicaciones realizadas en cada tipo de manejo a través del tiempo, donde: A = Actara®, E = Epingle®, V = Vercani® y AA = aplicación agricultor.

El porcentaje promedio acumulado de infestación de mosca blanca fue inferior con el manejo integrado que con el manejo convencional, para las fincas de infestación alta y media, mientras que para la finca con infestación baja se presentó lo contrario (figura 46). En la finca con infestación alta de mosca blanca el promedio acumulado del porcentaje de infestación para el manejo convencional fue de $71,74 \% \pm 2,25 \%$, mientras que en el manejo integrado fue $51,38 \% \pm 1,75 \%$, es decir, la diferencia entre los dos tratamientos fue de $20,36 \%$. En la finca con infestación media de mosca blanca, en el manejo integrado, la población de la plaga presentó un promedio inferior al umbral de acción ($33,77 \% \pm 2,29 \%$), mientras que con el manejo convencional la población promedio fue superior al umbral ($52,17 \% \pm 3,72 \%$), teniendo una diferencia entre los dos tratamientos de $18,4 \%$. En la finca con bajo nivel de mosca blanca, el porcentaje de infestación promedio fue inferior al umbral de acción para los dos tratamientos (MC: $15,22 \% \pm 1,78 \%$, MI: $19,57 \% \pm 1,82 \%$) es decir, la diferencia entre los dos tratamientos fue de $4,35 \%$.

El uso de Pyriproxyfen ha mostrado ser efectivo en el control de moscas blancas (Qureshi et al. 2009). Por su parte, la efectividad del hongo del género *Lecanillium* en el control de moscas blancas ha sido reportado en la especie *Aleurodicus cocois* (Núñez del Prado et al. 2008). Esto puede explicar en parte la efectividad del manejo integrado implementado en las fincas.

Otros modelos de MIP se han implementado para el manejo de moscas blancas de la especie *B. tabaci* en tabaco (*Nicotiana tabacum*), que se basan en el uso de parasitoides (*Eretmocerus*), con el uso ocasional de insecticidas (Calvo et al. 2009).

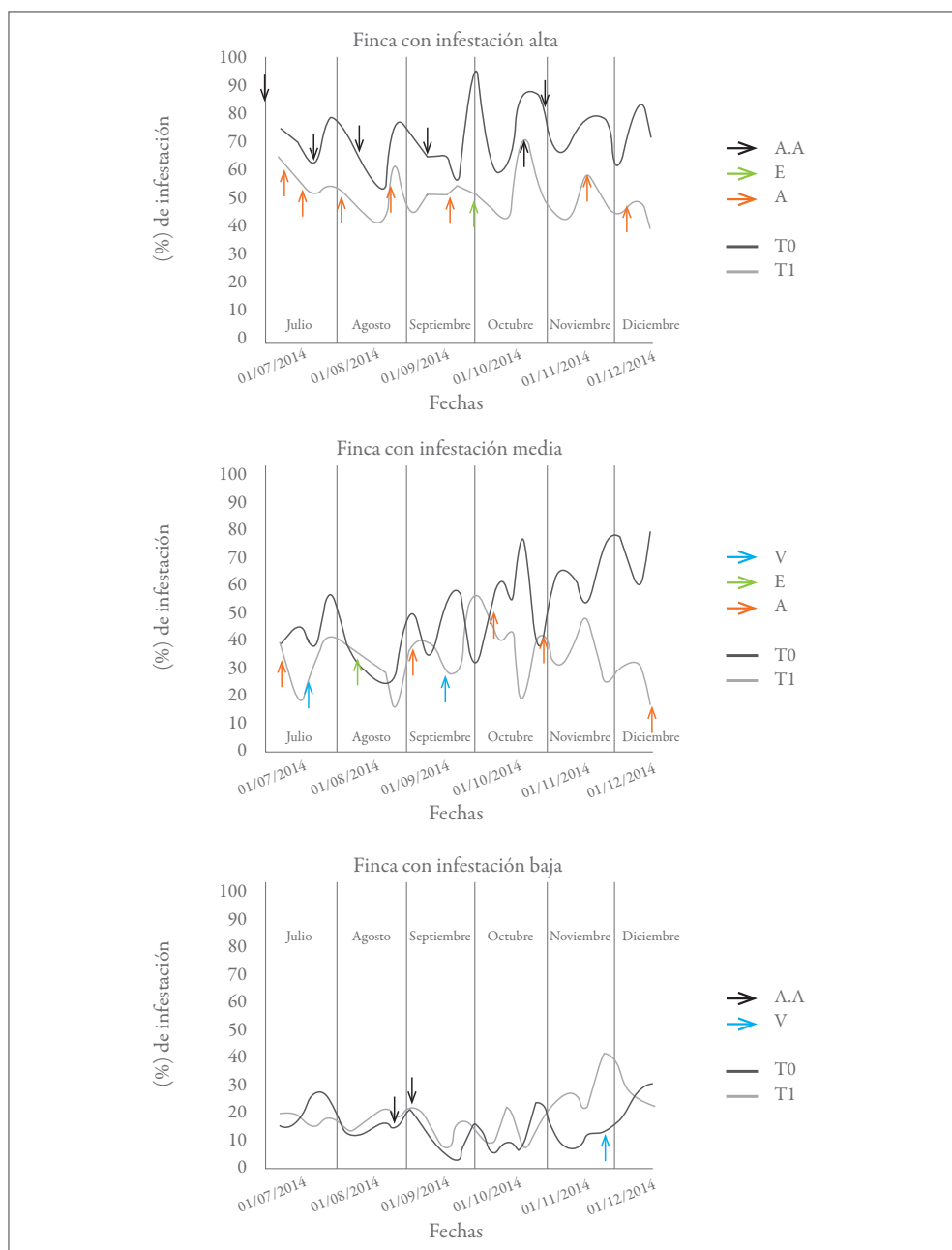


Figura 45. Infestación de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en tres fincas productoras de aguacate cv. Lorena, con dos estrategias de manejo de mosca blanca T0 [manejo convencional (MC)] y T1 [manejo integrado (MI)].

Nota: Los valores son el promedio de datos semanales tomados desde julio hasta diciembre de 2014. Finca con infestación alta (Santo Tomas). Finca con infestación media (Mi Viejo Tolima). Finca con infestación baja (El Rosal), Fresno, Tolima, Colombia.

Fuente: Elaboración propia

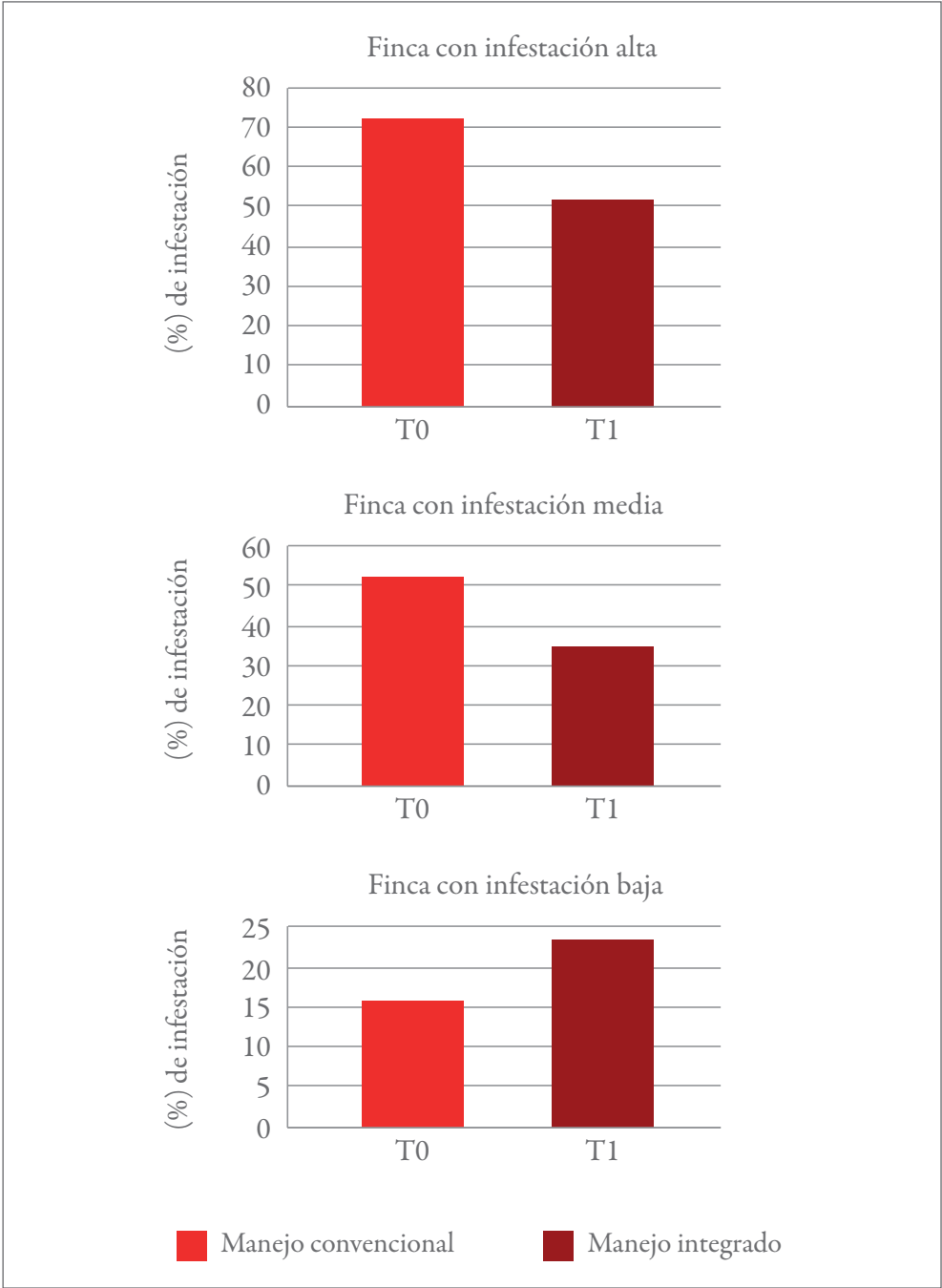


Figura 46. Infestación de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* acumulada, en tres fincas productoras de aguacate cv. Lorena, con dos estrategias de manejo.
Nota: Los valores son el promedio de datos semanales tomados desde julio hasta diciembre de 2014. Las barras verticales indican el error estándar de la media (n = 16).
Fuente: Elaboración propia



Porcentajes de parasitismo y depredación

Los porcentajes de eclosión acumulados en la finca con alto nivel de infestación indican que la eclosión normal es mayor con manejo integrado que con el manejo convencional, MC: $50,82 \pm 4,04\%$, MI: $56,72 \pm 4,53\%$, contrario a lo que sucedió con el porcentaje de depredación MC: $27,78\% \pm 4,32\%$, MI: $25,37\% \pm 4,11\%$ y parasitismo MC: $21,39\% \pm 2,36\%$, MI: $17,89\% \pm 2,60\%$, donde los porcentajes son más bajos en el manejo integrado que en el manejo convencional. Cabe destacar que quincenalmente se aplicó de manera intercalada los productos Actara® y Epingle® y en la finca con infestación media Vercani® (esta aplicación fue focalizada y, por lo general, no fue quincenal), por lo que la población de insectos benéficos se pudo ver afectada, lo que generó menos parasitismo y depredación, y mayor porcentaje de eclosión normal. En la finca con el nivel medio de infestación, los porcentajes de eclosión normal fueron mayores con el manejo convencional que con el manejo integrado; MC: $54,59 \pm 3,85$, MI: $46,29 \pm 3,92\%$; sin embargo, el manejo convencional presentó el mayor porcentaje de parasitismo MC: $28,09 \pm 4,22\%$ y el manejo integrado la mayor depredación ($28,80\% \pm 3,77\%$). En la finca con bajo nivel de infestación, el manejo convencional presentó mayor porcentaje de eclosión normal; MC: $36,49 \pm 6,73$; MI: $30,71 \pm 6,47\%$, mientras que el manejo integrado tuvo el mayor porcentaje de depredación MI: $35,42 \pm 5,45\%$ y el parasitismo MI: $27,19\% \pm 7,82\%$ fue más alto que en el convencional (figura 47).

El bajo efecto del manejo integrado usado en la fauna benéfica, se explica en parte porque el uso de pyriproxyfen puede incluso incrementar la depredación por enemigos naturales al ser especie específica (Qureshi et al. 2009). Por su parte, el uso de *Lecanicillium muscarium* no mostró efectos sobre el parasitoide *Eretmocerus* sp., cuando se usó para controlar *B. tabaci* en condiciones de laboratorio (Lazreg et al. 2007).

Cuantificación de parasitoides de mosca blanca

En la finca con alto nivel de infestación predominaron los géneros de parasitoides *Amitus*, en el manejo convencional, y *Eretmocerus* y *Amitus* en el manejo integrado. En la finca con nivel medio de infestación, en el manejo convencional solamente se encontraron parasitoides del género *Amitus*. En la finca con bajo nivel de infestación solo se encontraron parasitoides en la

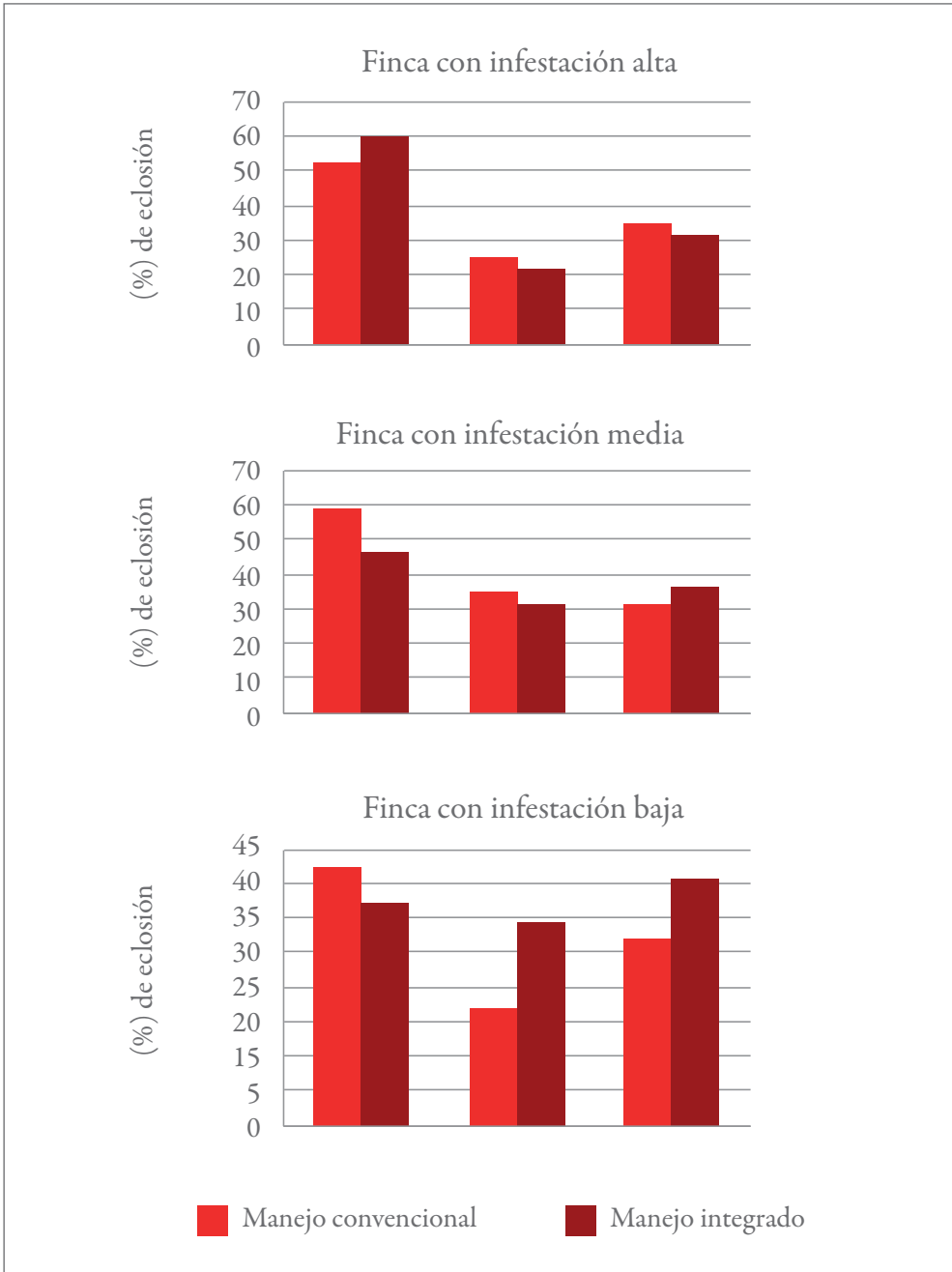


Figura 47. Parasitismo y depredación de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* acumulados, en tres fincas productoras de aguacate cv. Lorena, con dos estrategias de manejo, Fresno, Tolima, Colombia.

Nota: Los valores son el promedio de datos semanales tomados desde julio hasta diciembre de 2014. Las barras verticales indican el error estándar de la media (n=12).

Fuente: Elaboración propia



parcela de manejo integrado y pertenecían al género *Eretmocerus*. En las fincas con infestación alta y baja, el mayor número de parasitoides se presentó con el manejo integrado, mientras que en la de infestación media, el mayor número de parasitoides se presentó con el manejo convencional (tabla 8). Cuanto mayor fue el nivel de infestación de la plaga, mayor es el número de parasitoides presentes en las colonias de pupas.

Tabla 8. Promedio de parasitoides emergidos por colonia de pupas de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en árboles de aguacate cv. Lorena. Fresno, Tolima, Colombia

Especie	Finca con infestación alta		Finca con infestación media		Finca con infestación baja	
	Manejo convencional	Manejo integrado	Manejo convencional	Manejo integrado	Manejo convencional	Manejo integrado
<i>Amitus</i> sp.	0,375	0,31	0,45	0	0	0
<i>Eretmocerus</i> sp.	0,120	0,31	0	0,20	0	0,05
<i>Encarsia</i> sp.	0,060	0	0	0,10	0	0

Fuente: Elaboración propia

Impacto ambiental en campo

En la finca con niveles de infestación alto, se realizaron nueve aplicaciones (cinco de Actara®; cuatro de Epingle®) en la parcela con manejo integrado (MI); los productos Actara® y Epingle®, se rotaron cada 15 días y, en algunas ocasiones, no fue posible hacer la aplicación por causa de precipitaciones y ocupación del agricultor. En la parcela con manejo convencional se realizaron cinco aplicaciones con productos que el agricultor siempre ha manejado y, en muchas ocasiones, no hizo rotación, lo que posibilitó la generación de resistencia a la plaga en un futuro. El agricultor no hizo aplicaciones quincenales porque se le salía del presupuesto, por esto realizó las aplicaciones cada mes o mes y medio (tabla 9).

En la finca con infestación media en la parcela MI se efectuaron siete aplicaciones, tres de ellas con el producto Actara®, dos con Epingle® y dos aplicaciones focalizadas con el producto Vercani®. Como se pudo observar en la figura 45, estas aplicaciones mantuvieron el umbral de acción por debajo, en comparación con el manejo convencional en el que no se hizo ninguna aplicación, ya que el agricultor se encontraba realizando otras actividades por fuera de la finca.

En la finca con infestación baja, en la parcela MC se realizaron dos aplicaciones en todo el proceso de monitoreo con productos biológicos y en la parcela con manejo integrado se realizó una aplicación focalizada con el producto Vercani® (tabla 9).

Tabla 9. Número de aplicaciones (Epingle®, Actara® y Vercani®) para el control de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en árboles de aguacate cv. Lorena entre julio y diciembre de 2014. Fresno, Tolima, Colombia

Finca	Manejo convencional	Manejo integrado
Nivel de infestación alto	5	9
Nivel de infestación medio	0	7
Nivel de infestación bajo	2	1

Fuente: Elaboración propia

Costos de producción, rendimiento y rentabilidad

En las fincas con niveles de infestación alto y medio, los costos de producción para los meses de julio a diciembre fueron mayores con el manejo integrado que con el manejo convencional. Este resultado se debe a dos factores: el primero, el mayor número de aplicaciones en el manejo integrado como se aprecia en las figuras 45, y, el segundo, el elevado costo del producto Epingle® aplicado en la dos fincas dentro de la estrategia MIP. En la finca con bajo nivel de infestación, los costos de producción para la parcela convencional fue mayor debido a la aplicación del mes de agosto realizada por el agricultor como se puede ver en la tabla 10.

Tabla 10. Costos de producción de dos manejos de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* para árboles de aguacate cv. Lorena entre julio y diciembre de 2014. Fresno, Tolima, Colombia

Costos de producción (\$/ha)/(USD/ha)		
Finca	Manejo convencional	Manejo integrado
Santo Tomás	\$426.241 (USD170,49)	\$1.703.590 (USD681,43)
Mi Viejo Tolima	\$8.000 (USD3,2)	\$610.190 (USD244,07)
El Rosal	\$213.380 (USD85,35)	\$197.415 (USD78,96)

Fuente: Elaboración propia



Los costos del manejo integrado implementado en este estudio fueron ostensiblemente mayores que los del manejo convencional, y gran parte de esto se debe a que el costo de los insecticidas usados en este manejo son más altos, por ser más específicos, que los usados en el manejo convencional, los cuales son genéricos (piretroides, principalmente). Por esta razón, es recomendable que el uso de este manejo se dé cuando la población del insecto supere el umbral establecido en este estudio.

Conclusiones

El manejo integrado logró disminuir las poblaciones de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) en mayor medida que el manejo convencional. Esta disminución fue más clara en el nivel medio de infestación.

Se encontró un mayor número de parasitoides del género *Amitus* con el manejo convencional y un mayor número de parasitoides del género *Eretmocerus* con el manejo integrado. Este último parasitoide fue el único que se encontró en todos los manejos.

Se presentaron altos niveles de parasitismo y depredación tanto en el manejo convencional como en el manejo integrado.

Se dio un mayor número de aplicaciones en el manejo integrado que en el convencional en niveles de infestación alto y medio. Al contrario, en el nivel bajo de infestación hubo mayor número de aplicaciones en el manejo convencional que en el integrado.

En general, los costos del manejo integrado superaron los costos del manejo convencional.

Referencias

- Awadalla SS, Bayoumy MH, Khattab MH, Abd El-Wahab AH. 2014. Density-independent and inverse-density dependent parasitism of *Encarsia lutea* Masi and *Eretmocerus mundus* Mercet to *Bemisia tabaci* Biotype 'B'. Egypt J Biol Pest Control. 24(1):125-132.
- Caicedo L. 2014. Avance técnico. Niveles de daño económico para la mosca blanca en aguacate (*Persea americana* Mill) en el norte del Tolima. Bogotá, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Calvo FJ, Bolckmans K, Belda JE. 2009. Development of a biological control-based integrated pest management method for *Bemisia tabaci* for protected sweet pepper crops. Entomol Exp Appl. 133(1):9-18.
- Cruz GN. 2013. Avance técnico: Determinación de la influencia de los factores ambientales y fenología del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.) sobre la fluctuación poblacional de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. y *Aleurocanthus* sp.) en los municipios de Fresno y Herveo (Tolima). Bogotá, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- El-Khawas MAM, Salwa SM. 2010. Population densities of *Aphis gossypii* on pepper and *Bemisia tabaci* on bean with special reference to their natural enemies. Egypt J Biol Pest Control. 20(1):15-19.
- Gerling D, Alomar O, Arno J. 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids. Crop Prot. 20:779-799.
- Hoddle M, Hoddle C. 2008. Lepidoptera and associated parasitoids attacking Hass and non-Hass avocados in Guatemala. J Econ Entomol. 101(4): 1310-1316.
- Jiménez O. 2004. Reguladores de poblaciones de moscas blancas. En: Instituto Colombiano Agropecuario. Manejo integrado de las moscas blancas. ICA; [consultado 2013 may 16]. <http://www.ica.gov.co/getattachment/c7d21173-307f-4abe-902c-939c56e76f2c/>.
- Kovach J, Petzoldt C, Degnil J, Tette J. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. New York Food Life. 139:1-8.



- Lambkin TA, Zalucki MP. 2010. Long-term efficacy of *Encarsia dispersa* Polaszec (Hymenoptera: Aphelinidae) for the biological control of *Aleurodicus dispersus* Rusell (Homoptera: Aleyrodidae) in tropical monsoon Australia. *Aust J Entomol.* 49(2):190-198.
- Lazreg F, Huang Z, Ali S, Ren S. 2007. Effect of *Lecanicillium muscarium* on *Eretmocerus* sp. nr. *furubashi* (Hymenoptera: Aphelinidae) a parasitoid of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *J Pest Sci.* 82(1):27-32.
- Llanos M. 1999. Daños, seguimiento y control de la mosca blanca de los cítricos. *Vida Rural.* (84):46-48.
- López VF, Kairo MTK, Pollard GV, Pierre C, Commodore N, Dominique D. 2009. Post-release survey to assess impact and potential host range expansion by *Amitus hesperidium* and *Encarsia perplexa*, two parasitoids introduced for the biological control of the citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* in Dominica. *Biocontrol.* 54(4):497-503.
- Manzano MR. 2000. Evaluation of *Amitus fuscipennis* as biological control agent of *Trialeurodes vaporariorum* bean in Colombia [tesis de doctorado]. [Wageningen, Holanda]: Wageningen University.
- Myartseva S, Ruiz E, Coronado J. 2012. Especies de *Eretmocerus* Haldeman (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitoides de mosquitas blancas del género *Tetraleurodes* Cockerell (Homoptera: Aleyrodidae) en México, con la descripción de tres especies nuevas. *Dugesiana.* [consultado 2013 may 16]; 18(2):189-195. http://www.nhm.ac.uk/resources/research-curation/projects/chalcidoids/pdf_X/MyartsRuCo2012.pdf.
- Núñez del Prado E, Iannacone J, Gómez H. 2008. Effect of two entomopathogenic fungi in controlling *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Homoptera: Aleyrodidae). *Chilean J Agric Res.* 68(1):21-30.
- Qureshi MS, Midmore DJ, Syeda SS, Reid DJ. 2009. Pyriproxyfen controls silverleaf whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Homoptera: Aleyrodidae) (SLW) better than buprofezin in bitter melons *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae). *Aust J Entomol.* 48(1):60-64.

- Reyes S, Zambrano B. 2001. Identificación de especies de la familia *Chrysopidae* (Neuróptera) presentes en algunas zonas agrícolas del estado Falcón. Ponencia presentada en: XVII Congreso Venezolano de Entomología. Maturín, Venezuela.
- Ripa R, Larral P. 2008. Manejo de plagas en paltos y cítricos. La Cruz, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Román E. 2007. Mosca blanca. Ibagué, Colombia: Fondo de Fomento Algodonero.
- SAS Institute. 2009. SAS ® 9.1. Statistical Analysis System. North Caroline, USA.
- Simmons AM, Abd-Rabou S. 2011. Inundative field releases and evaluation of three predators for *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) management in three vegetable crops. *Insect Sci.* 18(2):195-202.
- Southwood TRE, Henderson PA. 2000. Ecological Methods. 3^{ra} ed. Oxford: Blackwell Science.
- Trindade T, De Lima AF. 2012. Predação de espécies de moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) por *Chrysoperla* Steinmann (Neuroptera: *Chrysopidae*) no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Entomotropica.* 27(2):71-75.
- Universidad de California. 2014. How to manage pest. UC Pest Management Guidelines: Avocado whiteflies. UC IPM; [consultado 2014 jul]. Disponible en: <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r8301211.html>.

Los autores

Edgar Herney Varón Devia

evaron@corpoica.org.co

Ingeniero agrónomo de la Universidad del Tolima, con maestría en Agricultura Ecológica del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y doctorado en Entomología de CATIE-Universidad de Idaho. Su área de experticia es el de manejo integrado de plagas en frutales, específicamente en mango, aguacate y maracuyá. Su interés está enfocado en desarrollar programas de manejo integrado de artrópodos plaga en frutales de clima cálido y medio, que incluyan estrategias de muestreo de poblaciones, uso de control biológico, implementación de criterios de aplicación y desarrollo de herramientas alternativas a las tradicionales de carácter químico. Ha trabajado en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) desde el año 2007 hasta la fecha, como investigador PhD en el área de entomología en frutales.

Ginna Natalia Cruz Castiblanco

gcruz@corpoica.org.co

Ingeniera agrónoma de la Universidad de Cundinamarca, especialista en Estadística Aplicada de la Fundación Universitaria los Libertadores. Ha trabajado en las áreas de entomología, fitopatología y fisiología vegetal en los sistemas productivos de cacao, aguacate, papa y mango, específicamente en el seguimiento y evaluación de plagas y enfermedades de importancia económica, búsqueda de insectos y microorganismos con potencial para el control biológico, pruebas de compatibilidad y sensibilidad in vitro de microorganismos, elaboración de curvas de crecimiento e índice de madurez y determinación pérdidas económicas ocasionadas por nematodos. Actualmente, es profesional de apoyo a la investigación, adscrita a la Red de Raíces y Tubérculos y Cacao de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CI Tibaitatá.

Paola Vanessa Sierra Baquero

psierra@corpoica.org.co

Ingeniera agrónoma de la Universidad del Tolima, actualmente estudiante de maestría en Ciencias Biológicas con énfasis en Entomología de la Universidad de Caldas. Ha trabajado en plagas de frutales como aguacate, mango y maracuyá, en áreas de manejo integrado de plagas, metabolitos secundarios, umbral de daño y fluctuación población de artrópodos y conservación de parasitoides. Actualmente se desempeña como profesional de apoyo de la investigación adscrita a la Red de Frutales de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

Camilo Ignacio Jaramillo Barrios

cijaramillo@corpoica.org.co

Ingeniero agrónomo de la Universidad de Cundinamarca, especialista en estadística aplicada de la Fundación Universitaria los Libertadores. Ha trabajado en investigación en manejo integrado de plagas y enfermedades, enfocada en entomología económica con la determinación de umbrales de acción y niveles de daño económico de plagas claves en cultivos de aguacate, algodón, maíz y arroz. Actualmente es profesional de apoyo a la investigación, adscrito a la Red de Transitorios de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CI Nataima.

Buenaventura Monje Andrade

bmonje@corpoica.org.co

Administrador de Empresas Agropecuarias, con maestría en entomología. El área de su mayor interés es el manejo integrado de plagas en el territorio agropecuario, especialmente en control biológico de insectos plaga en cultivos transitorios y frutales, esto con el fin de mantener el equilibrio y la conservación de la fauna benéfica natural, en regiones donde la descarga de ingredientes activos es abundante. Está liderando productos en transitorios donde se puede demostrar que es posible producir arroz-maíz- algodón limpiamente, empleando estrategias de manejo encaminadas al manejo integrado, dándole respuesta a la problemática de contaminación en la zona.

**Luisa Fernanda Quiroga Rojas**

lfquirogar@unal.edu.co

Bióloga, con maestría en Ciencias Biológicas de la Universidad del Valle. He trabajado en investigación en las áreas de microbiología, fitopatología, entomología y fisiología vegetal. Actualmente es estudiante de doctorado en Ciencias Agrarias, Línea fisiología de cultivos de la Universidad Nacional de Colombia.

Mildred Julieth Mayorga Cobos

mjmayorgac@unal.edu.co

Ingeniera agrónoma, estudiante de maestría en Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia. Ha trabajado en investigación en fitosanidad, adaptación al cambio climático y ecofisiología de frutales. Actualmente es investigadora del grupo de investigación Fisiología del estrés y biodiversidad en plantas y microorganismos de la Universidad Nacional de Colombia.

Helena Luisa Margarita Brochero

embrochero@unal.edu.co

Licenciada en Química y Biología con maestría y PhD en Ciencias Biológicas. Profesora asociada de la Facultad de Ciencias Agrarias sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia. Ha desarrollado investigación en relaciones planta insecto, taxonomía integrativa, incluyendo el componente molecular, para especies de interés económico, genética de poblaciones de insectos de interés económico y resistencia a insecticidas.

Ingrid Ortiz Ortiz

iortiz@unavirtual.edu.co

Agrónoma de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. He trabajado en investigación en el área de entomología agrícola y fisiología vegetal en el mejoramiento de la sanidad e inocuidad en la producción de cultivos de frutales. Actualmente es estudiante de programa Ingeniería Ambiental.

Luis Sigifredo Caicedo

luiscaicedo@cafedecolombia.com.co

Ingeniero agrónomo con maestría en Ciencias Agrarias con énfasis en la línea de investigación en entomología de la Universidad Nacional de Colombia. Ha trabajado en investigación sobre el manejo de insectos plaga en frutales. Actualmente, pertenece al servicio de extensión del Comité de Cafeteros del Tolima, adscrito a la Federación Nacional de Cafeteros.

Francisco Javier Nuñez Trujillo

frajan2206@gmail.com

Ingeniero Agrónomo de la Universidad del Tolima. Ha trabajado en investigación de mosca blanca de aguacate con la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CI Nataima y de moscas de las frutas con la Universidad del Tolima. Sus trabajos como profesional han sido en asistencia técnica en frutales y labores de áreas relacionadas a ingeniería forestal y biología, como censos y levantamientos florísticos. Actualmente se desempeña como guía docente en la Corporación San Jorge, adscrito a la Red de Jardines Botánicos de Colombia.

Karen Suárez Gutiérrez

kl.suarez7@hotmail.com

Ingeniera agrónoma de la Universidad del Tolima. Ha trabajado como profesional independiente en producción de frutales de clima cálido y en investigación y asistencia técnica en cultivos de cordillera como café y aguacate.

Impresión y encuadernación:
Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas - JAVEGRAF

Terminó de imprimirse
Diciembre de 2016, Bogotá, DC, Colombia

La mosca blanca del aguacate (*Paraleyrodes* sp.) es un insecto plaga que, en circunstancias adecuadas, se puede volver un gran problema para los agricultores. La presente investigación se llevó a cabo en el norte del Tolima y en ella se hizo un análisis de su identidad y biología, así como de los daños que ocasiona. Además, se analizó la preferencia varietal que tiene y cómo la afectan los factores abióticos y bióticos; se determinó un método de monitoreo y se calculó el umbral de acción para su manejo; y, finalmente, se planteó una estrategia para su manejo, que incluía el uso de insecticidas sistémicos, el hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii* y el uso de umbrales de acción. La identidad de la mosca se acerca a *Paraleyrodes bondari*, y su ciclo de vida fue de 27,7 días. Se hallaron los parasitoides *Encarsia*, *Eretmocerus* y *Amitus* como sus principales enemigos naturales. Por otro lado, se encontró una preferencia por el cultivar Lorena, sobre Choquette y Hass. El umbral de acción para control químico para *Paraleyrodes* se calculó en 35,59% de hojas infestadas por rama. El manejo integrado elegido logró disminuir ostensiblemente la población de la mosca, aunque sus costos fueron altos; por tal motivo, se propone manejar la mosca con un bajo nivel de uso de insecticidas, con el fin de preservar las poblaciones naturales de parasitoides.



CORREO: bac@corpoica.org.co

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

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

www.corpoica.org.co

ISBN: 978-958-740-224-7



Distribución gratuita
Prohibida su venta