

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

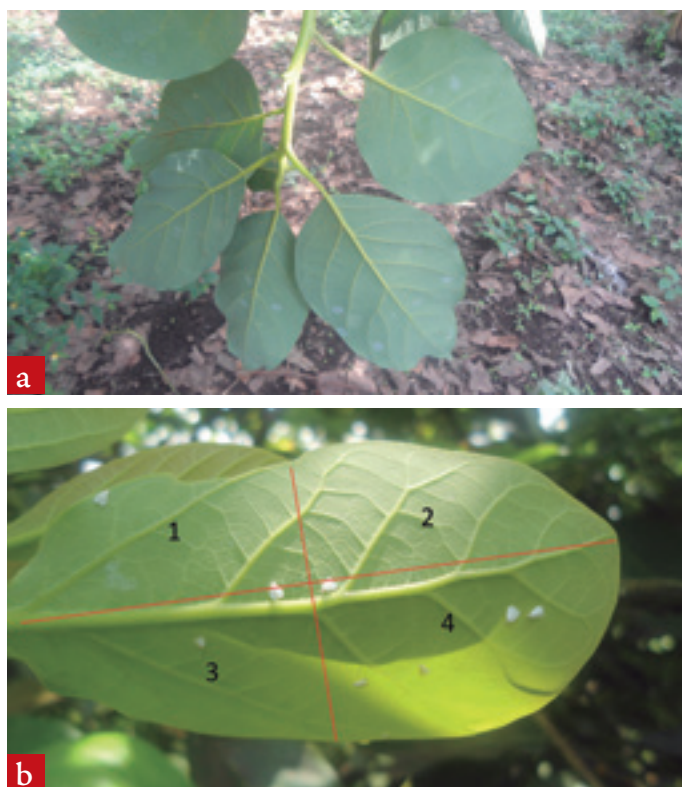
Figura 20. Frutos de los cultivares de aguacate. a. Hass; b. Lorena; c. Choquette; d. Santana.

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.

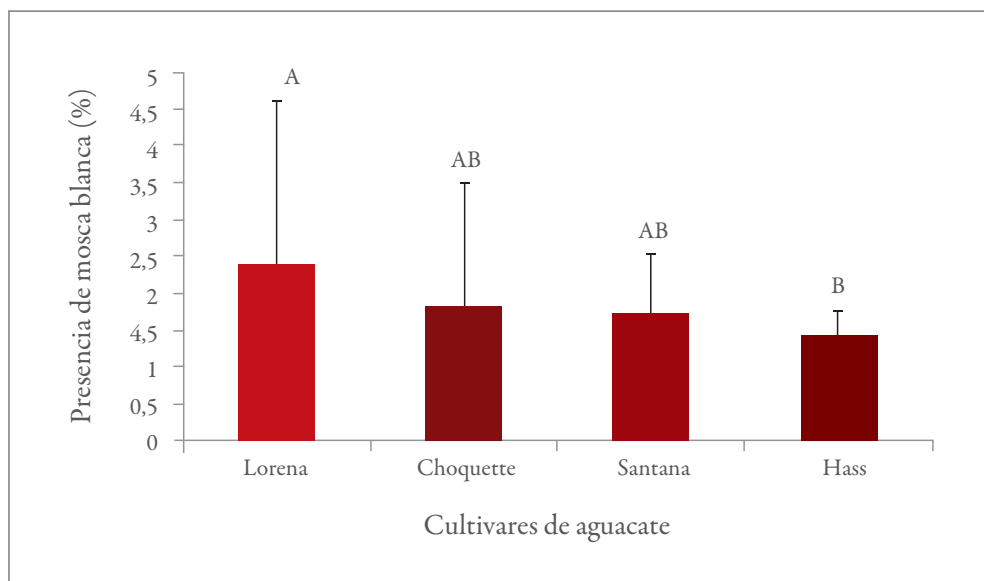


Figura 22. Presencia de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) en cultivares de aguacate. Nota: Barras con diferentes letras son significativamente diferentes (Tukey $p \leq 0,05$) Fresno, Tolima, Colombia. Fuente: Elaboración propia

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).

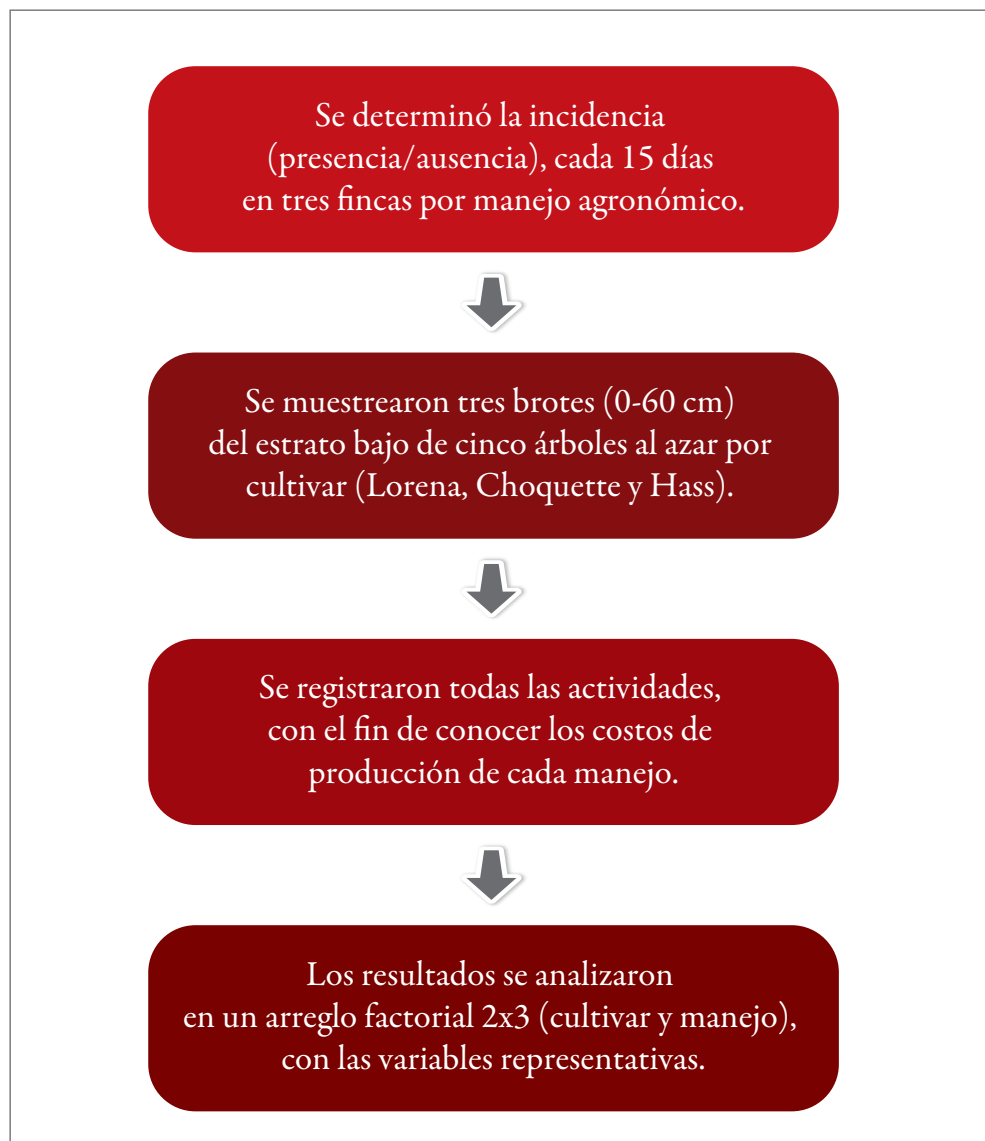


Figura 23. Metodología para la comparación de la presencia de mosca blanca en diferentes cultivares de aguacate.

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).

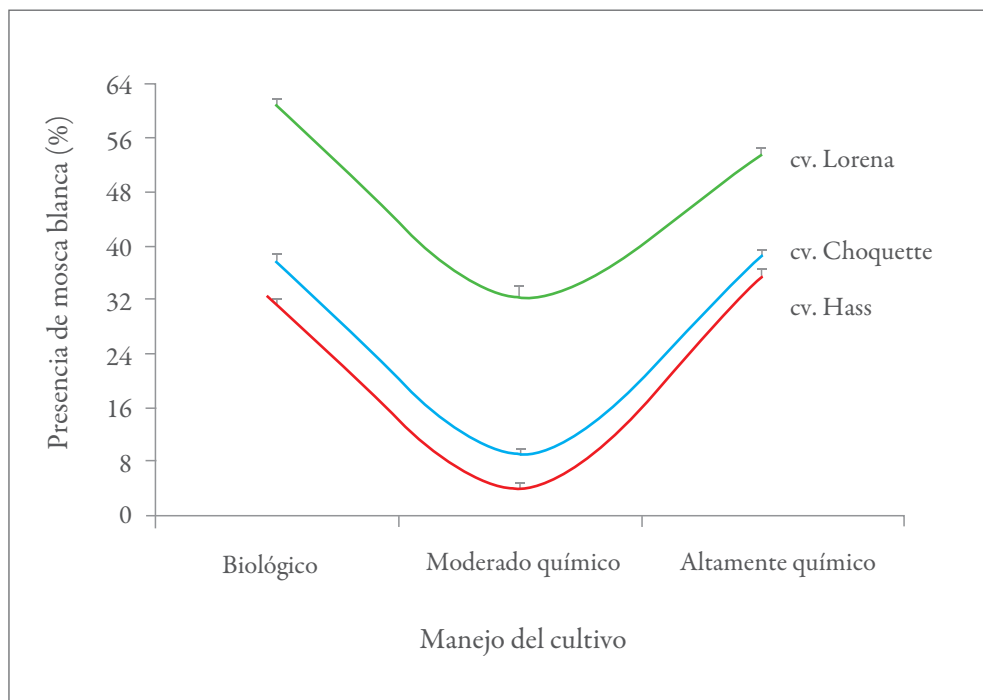


Figura 24. Presencia de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) en cultivos de aguacate con los cvs. Hass, Lorena y Choquette, en respuesta al control biológico, moderado y altamente químico. Fresno, Tolima, Colombia, semestre B de 2013.

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.

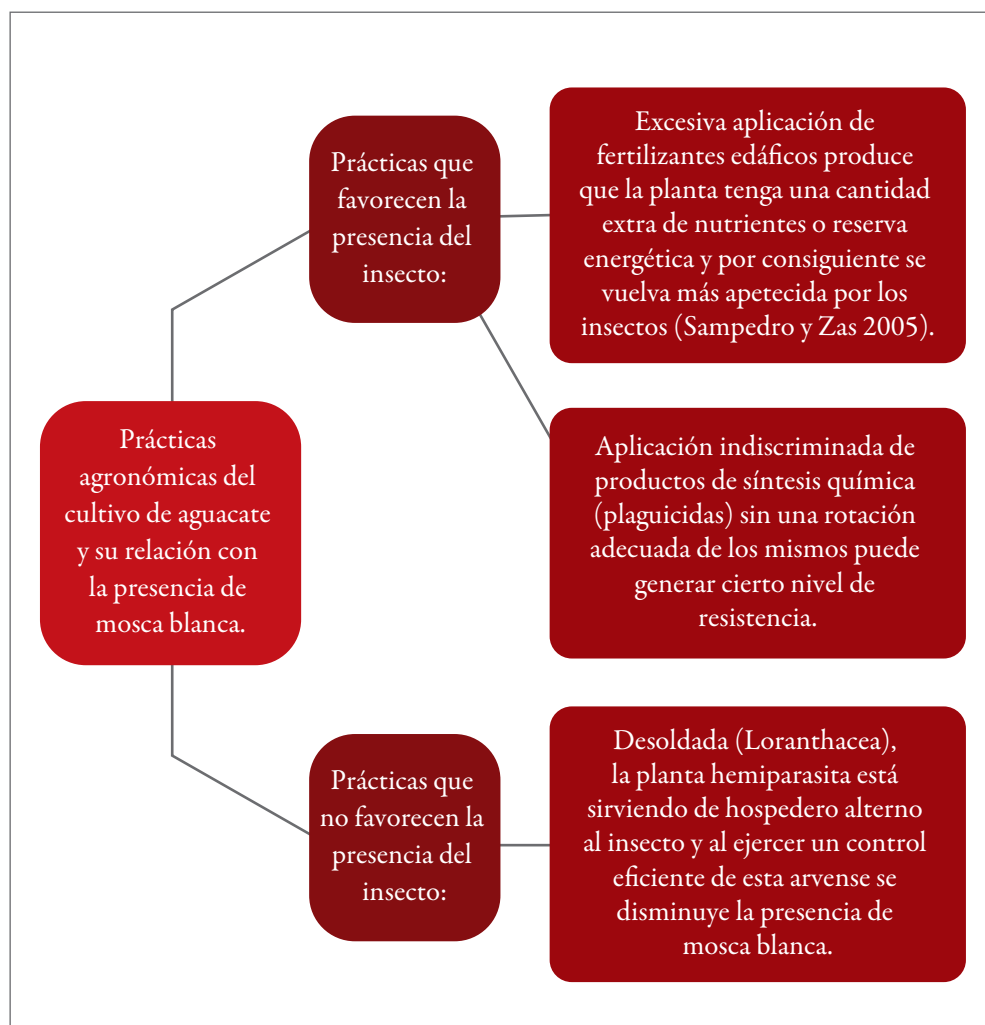


Figura 25. Prácticas agrícolas relacionadas con la presencia de mosca blanca en el cultivo de aguacate.

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).

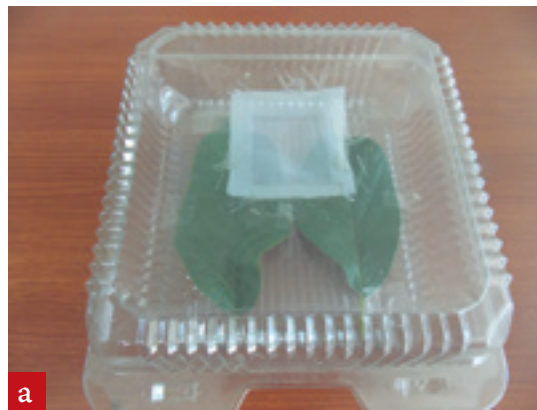
Pentosas y hexosas. En las hojas jóvenes y maduras del cv. Lorena, se presentó el menor porcentaje, al igual que la hoja madura del cv. Hass. Estos son compuestos monosacáridos que se degradan fácilmente por lo que son menos apetecidos por los insectos (Pérez y Cayón 2010).

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).



Fotos: Paola Sierra



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).

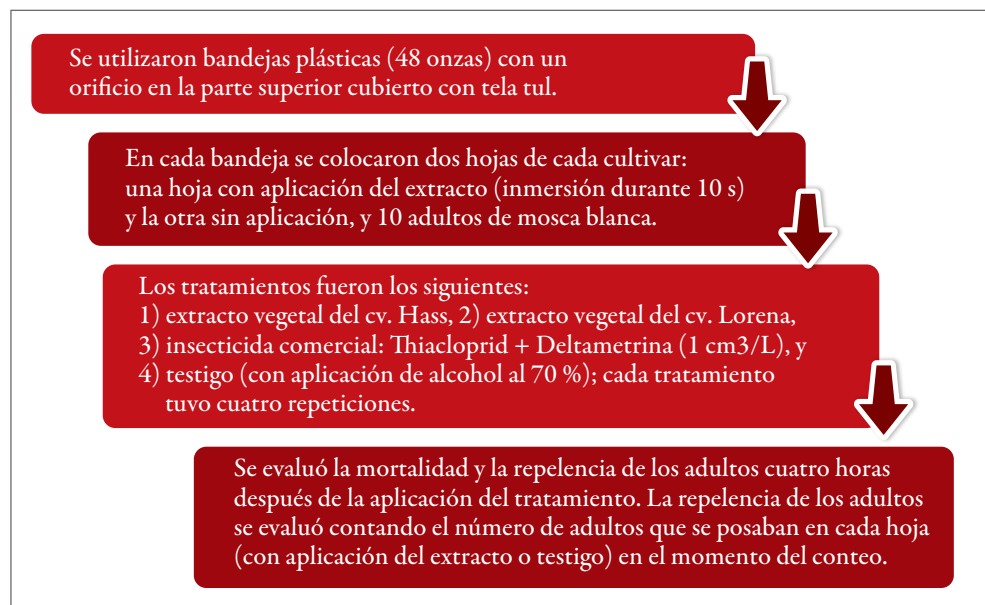


Figura 27. Metodología para evaluar el efecto de extractos vegetales elaborados a partir de hojas de dos variedades de aguacate, sobre la población de mosca blanca.

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≤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.

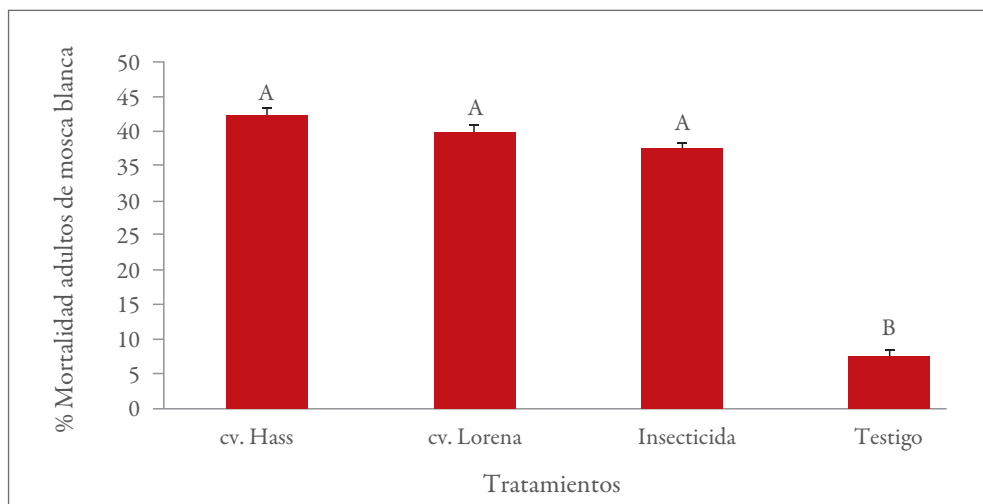


Figura 28. Mortalidad de adultos de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en prueba de extracto vegetal hidroalcohólico de los cvs. Hass y Lorena, insecticida y testigo.

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	<p>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 cm² \pm 7,30) y una relación directamente proporcional con la presencia del insecto (R²:0,55), esto se puede deber a que a mayor área foliar el insecto tiene unas condiciones de microclima más adecuadas para su desarrollo.</p>
Tensión foliar	<p>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 N \pm 0,053) y Lorena (2,92 N \pm 0,055). Por el contrario, las hojas jóvenes presentaron los valores más bajos con 1,43 N \pm 0,045 para el cv. Hass y 1,58 N \pm 0,050 para el cv. Lorena.</p>
Peso específico foliar	<p>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 (R²=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).</p> <p>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).</p>

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>.

