

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 *Pseudaleyrolobus jaborticabae* (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 a través del insecto 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:

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

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).

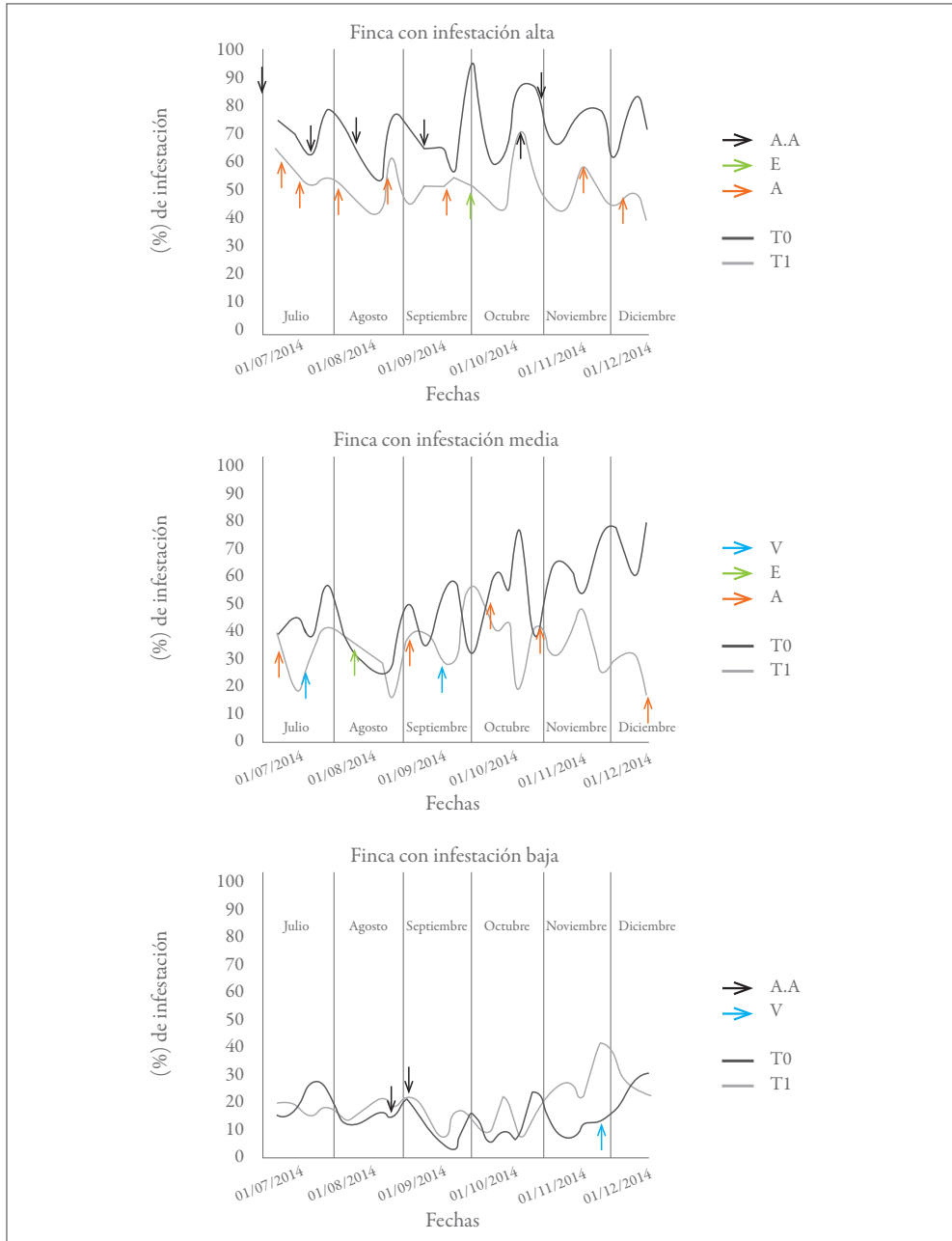


Figura 45. Infestación de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en tres fincas productoras de aguacate cv. Lorena, con dos estrategias de manejo de mosca blanca T0 [manejo convencional (MC)] y T1 [manejo integrado (MI)].

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

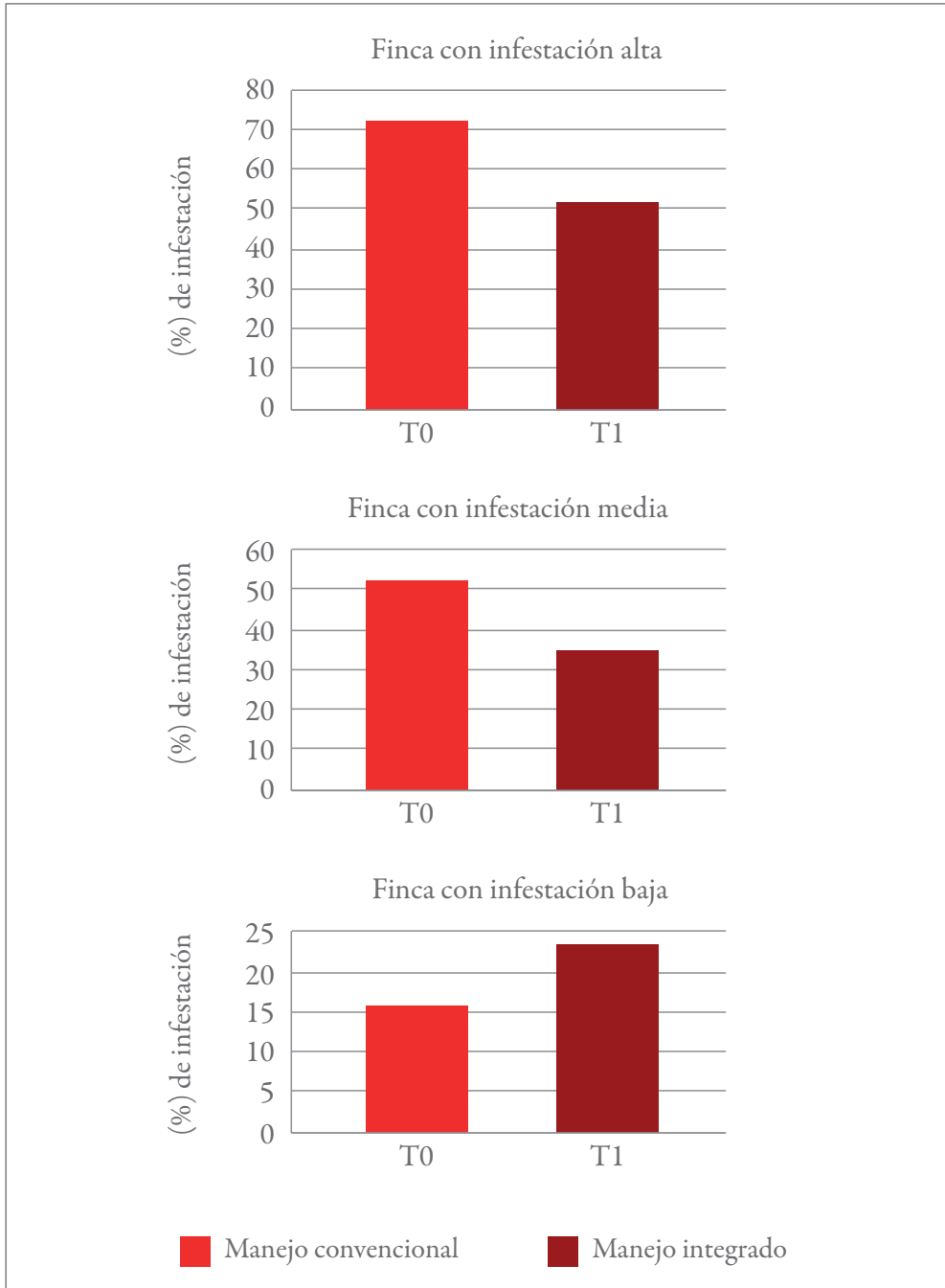


Figura 46. Infestación de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* acumulada, en tres fincas productoras de aguacate cv. Lorena, con dos estrategias de manejo.

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

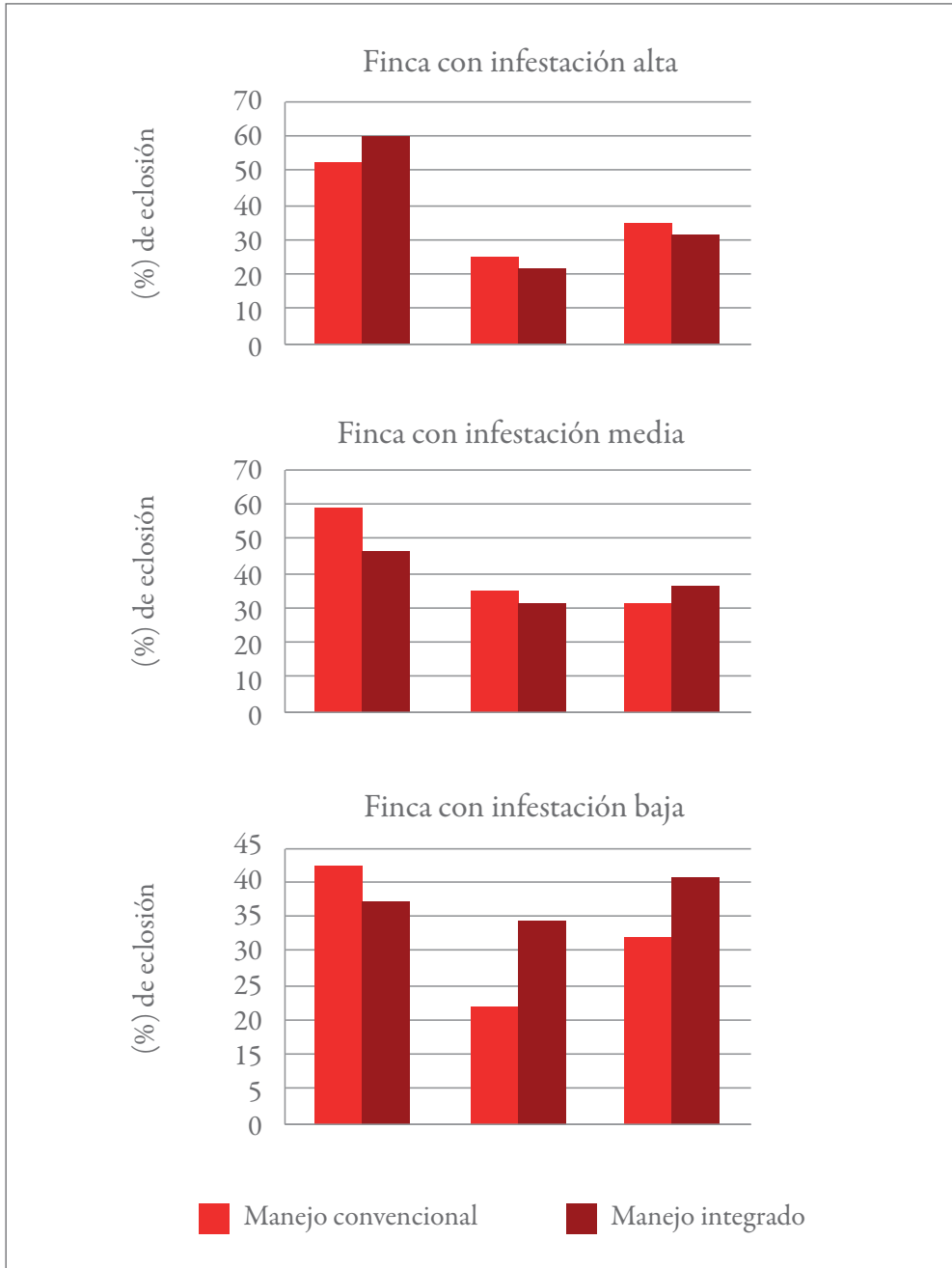


Figura 47. Parasitismo y depredación de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* acumulados, en tres fincas productoras de aguacate cv. Lorena, con dos estrategias de manejo, Fresno, Tolima, Colombia.

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.

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

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 las 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 (Hemiptera: 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* (Hemiptera. 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) (Hemiptera: 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>.