

Factores relacionados con la población de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* (Hemiptera: Aleyrodidae) en aguacate

Related factors to the *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* (Hemiptera: Aleyrodidae) population in avocado

GINNA NATALIA CRUZ CASTIBLANCO¹, EDGAR HERNEY VARÓN DEVIA^{2,3}, LUISA FERNANDA QUIROGA ROJAS⁴, BUENAVENTURA MONJE ANDRADE^{2,5} y PAOLA VANESSA SIERRA BAQUERO^{2,6}

Resumen: La gravedad de los daños ocasionados en aguacate por la mosca blanca (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) y la dificultad para controlarla, han obligado a los investigadores y agricultores a buscar alternativas para su manejo. Se investigó el ciclo biológico de esta mosca blanca y la relación que tienen los factores ambientales con la población de este insecto; además, se hizo un reconocimiento de sus principales enemigos naturales en el cultivo de aguacate. Para ello se realizaron monitoreos bisemanales a 10 árboles de tres cultivares de aguacate: Hass, Lorena y Choquette, en dos fincas productoras de Fresno (Tolima) durante nueve meses, en los cuales se evaluó el porcentaje (%) de área foliar ocupada por la mosca blanca. Se midieron diariamente las variables climáticas: precipitación, humedad relativa y temperatura. La cuantificación e identificación de fauna asociada al cultivo se llevó a cabo durante siete meses. *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* tuvo un ciclo de vida promedio de $27,7 \pm 0,19$ días. El cultivar Lorena tuvo la mayor presencia de *Paraleyrodes*; en la finca La Chiripa la humedad relativa mostró un coeficiente de correlación inverso con respecto al porcentaje de área foliar ocupada por la mosca en todos los cultivares. Se identificaron los géneros *Encarsia* sp., *Eretmocerus* sp. y *Amitus* sp. como los principales enemigos naturales potenciales de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*.

Palabras clave: Fluctuación poblacional. Mosca blanca. Variables climáticas. Enemigos naturales. Ciclo de vida.

Abstract: The severity of the damage caused by the avocado whitefly (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) and the difficulty to control it, has forced researchers and growers to find alternatives for its management. We investigated the life cycle of the avocado whitefly and the relation of environmental factors with the population of this insect and the presence of its natural enemies in avocado. Biweekly monitoring of ten avocado trees per cultivar (cvs. Hass, Lorena and Choquette) of the percentage of leaf area occupied by whitefly colonies in each of two commercial farms at Fresno (Tolima, Colombia) was conducted during nine months. The climatic variables: rainfall, temperature and relative humidity on each farm were measured on a daily basis. Finally, a quantification and identification of the beneficial fauna associated with the crop was carried out during seven months. The avocado whitefly had a total life cycle of 27.7 ± 0.19 days. Lorena had the highest presence of *Paraleyrodes*. An inverse correlation between percentage of whitefly incidence in all varieties and relative humidity was observed at La Chiripa farm. *Encarsia* sp., *Eretmocerus* sp., and *Amitus* sp. were identified as the main potential natural enemies of *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*.

Key words: Population fluctuation. Whitefly. Climatic variables. Natural enemies. Life cycle.

Introducción

La producción mundial de aguacate (*Persea americana* Mill.) para el año 2012 se estimó en 4'000.000 de toneladas. 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 para el año 2012 fue de 175.026 t, con un área cultivada de 19.934 has., 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, sobresale el Tolima que aporta un 47,0 % a la producción nacional, con 7.145 ha cultivadas, distribuidas entre los cultivares Hass, Lorena, negros y criollos (DANE 2012). El municipio de Fresno aportó un 36 % de la producción de este departamento. Pese al aumento en las áreas cultivadas en las zonas productoras,

los rendimientos con respecto al año 2011 han disminuido pasando de 10 t/ha a 8,8 t/ha en la actualidad; esto debido principalmente a problemas fitosanitarios y 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. A nivel de 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 (Aleyrodidae) asociadas al cultivo del aguacate: *Tetraleurodes* sp. (Quaintance) (Gallego y Veléz 1992), *Aleurodicus pulvinatus* Maskell (1896) (Posada 1989), *Paraleyrodes citricolus* Costa Lima, 1928 (Martin y Mound 2007), *Aleurovitreus* sp. y *Paraleyrodes* sp. (Segura *et al.* 2012; Caicedo 2014), siendo los dos últimos los reportados en el norte del Tolima.

¹ Profesional de apoyo a la investigación, Corpoica CI Tibaitatá, Mosquera, Cundinamarca, Colombia, gacruz@corpoica.org.co. ² Corpoica CI Nataima, Km 9 vía Espinal - Chicoral, Tolima, Colombia. ³ Ph. D. Asociado, evaron@corpoica.org.co, autor para correspondencia. ⁴ Bióloga, M. Sc. luisa.quiroga.rojas@gmail.com. ⁵ M. Sc. bmonje@corpoica.org.co. ⁶ Profesional de apoyo a la investigación, psierra@corpoica.org.co.

La incidencia de moscas blancas en la región norte del Tolima durante los últimos años se ha incrementado, causando serios problemas a los productores de aguacate 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 inclusive defoliación. El daño indirecto es producido principalmente por la acumulación de secreciones azucaradas (“miel de rocío”), que favorece el crecimiento de “fumagina” (*Capnodium* sp.), un hongo que interfiere y disminuye la fotosíntesis y otros procesos fisiológicos (López-Ávila 2004).

En la literatura especializada no existe información consistente sobre cuál es la especie dominante, la duración del ciclo de vida y los posibles agentes de control de este insecto plaga en Colombia. Por ello, los objetivos de este trabajo fueron: 1) identificar las especies de mosca blanca; 2) Determinar el ciclo de vida del insecto, 3) Examinar la relación entre el ambiente y los factores fenológicos con la población del insecto y 4) Determinar el efecto potencial de los enemigos naturales sobre la fluctuación poblacional de mosca blanca en cultivos de aguacate del norte del Tolima.

Materiales y métodos

Localización. El trabajo se llevó a cabo en dos fincas: Cafetales Villamaría parcela No. 5 (5°10'46,2"N, 74°58'56,4"O) localizada en la vereda La Mireya, con una altitud de 1.360 m.s.n.m.; y La Chiripa (5°10'46,2"N, 74°58'56,4"O) en la parcela palenque con una altitud de 1.095 m.s.n.m., ambas ubicadas en el municipio de Fresno (Tolima). Es importante destacar que la finca La Chiripa tuvo un uso intensivo de insecticidas, mientras que en la finca Cafetales Villamaría su uso fue infrecuente durante el período de estudio. Las dos fincas tenían sembrados los cultivares Hass, Lorena y Choquette, teniendo la primera 4,5 has y la segunda 4 has, con árboles de cinco años de edad aproximadamente.

Ciclo de vida. Los adultos de mosca blanca para cría se obtuvieron de cultivos comerciales. Cada plántula fue introducida en una jaula rectangular de 1 m x 40 cm x 40 cm, forrada con tul. Se revisó la oviposición a través de una lupa de 10X. Diez a veinte de ellos se colocaron sobre cada una de cinco plántulas de aguacate del cultivar Lorena por un periodo de 24 h. Una vez constatada la oviposición masiva, los adultos se extrajeron de la jaula. Los huevos se marcaron aleatoriamente, y se monitorearon diariamente con el fin de estimar el tiempo de duración de cada uno de los estados del insecto: huevo, ninfa y adulto. El tamaño y la producción de cera fue tomada en cuenta para diferenciar entre los estados inmaduros, dado que el 2^{do} y 3^{er} instar secretan cera, lo que no ocurre en el 4^{to} (Martin y Mound 2007).

Fluctuación de la población. Se llevaron a cabo monitoreos bi-semanales durante nueve meses (agosto a diciembre de 2012 y enero a abril de 2013), en cinco árboles de aguacate de los cultivares Hass, Lorena y Choquette muestreados al azar en las dos 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 quince hojas por árbol; la evaluación del porcentaje de infestación se obtuvo al dividir la hoja en cuatro cuadrantes y determinar el porcentaje ocupado por las colonias

de mosca blanca en cada cuadrante de la hoja, sumando los porcentajes y dividiéndolos en cuatro (Southwood y Henderson 2000) (Fig. 1). Los resultados del muestreo fueron promediados por árbol y por semana.

Variables climáticas. Se instalaron dos estaciones climáticas (WatchDog series 2000 de Spectrum Technologies, Inc) en cada una de las dos fincas, las cuales fueron usadas para monitorear variables climáticas, principalmente temperatura promedio (°C), precipitación (mm) y humedad relativa (%). Estas condiciones fueron registradas cada 15 minutos y la información fue bajada a un computador semanalmente. Los datos fueron promediados semanalmente.

Estados fenológicos. En cada árbol se hizo una división espacial imaginaria (norte, sur, este y oeste). En cada 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) (Fig. 2). Cada división fue equivalente al 100 %, con esto la suma total en porcentaje fue de 400 %. Los árboles bajo estudio fueron de los cultivares Lorena, Hass y Choquette. Estos cultivares son de origen antillano, guatemalteco y antillano X guatemalteco, respectivamente. Todos los árboles tuvieron una edad promedio de seis años.

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 (Fig. 3).

Con el fin de identificar los parasitoides de moscas blancas, se colectaron cinco hojas con presencia de colonias. Posteriormente, las hojas fueron colocadas en cámaras húmedas, que consistieron en cajas petri (150 mm 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 %.

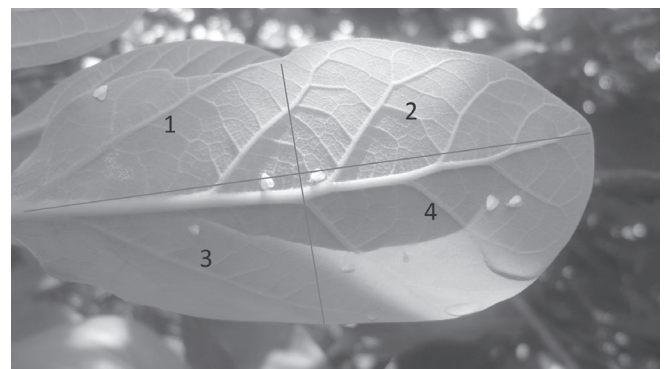


Figura 1. Esquema del método para calcular el porcentaje (%) de área ocupada por la mosca blanca del aguacate (*Paraleyrodes* sp. pos. *bon-dari*). (Fuente: Los autores).



Figura 2. Estados fenológicos de árboles de aguacate. **A.** Fructificación. **B.** Dormancia. **C.** Floración. **D.** Vegetativo. (Fuente: los autores).

Recolección, identificación y cuantificación de la fauna asociada.

Se llevaron a cabo muestreos mensuales en un árbol de cada una de las tres cultivares en estudio, durante nueve meses, desde agosto de 2012 hasta abril del 2013 en las dos fincas. En cada fecha de muestreo, se aplicó un insecticida piretroide (cipermetrina) a una dosis de 100 cc/20 l. Bajo el dosel del árbol, se colocó una tela tul sobre el suelo, y después de 20 minutos los artrópodos que cayeron se recolectaron. Estos artrópodos fueron conservados en viales de vidrio llenos con una mezcla de 90 % de alcohol (al 70 %) y 10 % de glicerina.

La identificación de los depredadores y parasitoides fue llevada a cabo después de una observación en un esteroscopio 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. La abundancia relativa de cada familia se estableció, con el fin de encontrar las más importantes y abundantes familias presentes. Los especímenes fueron enviados al taxónomo John Albeiro Quiroz para su identificación (Museo Entomológico Francisco Luis Gallego, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín).

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 (r_P). Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para cada una de las variables, con el fin de comprobar la normalidad de los datos; para comparar las diferencias entre fincas, se llevaron a cabo análisis de varianza y comparaciones de medias de Tukey. El porcentaje (%) de área ocupada por las moscas blancas se transformó por la raíz cuadrada con el fin de obtener normalidad de los datos. En todos los análisis se empleó el paquete estadístico SAS 9.1. (SAS Institute 2009). Para cuantificar la diversidad de la fauna benéfica, se calculó el índice de Shannon.

Resultados y discusión

Identificación. La mosca blanca del aguacate en la región norte del Tolima fue identificada como: *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* (John Alveiro Quiroz, comunicación personal; Segura *et al.*, 2012), esto concuerda con Trindade *et al.* (2011) y Martin (2006) donde *P. bondari* Peracchi, 1971 fue reportada en el cultivo de aguacate.

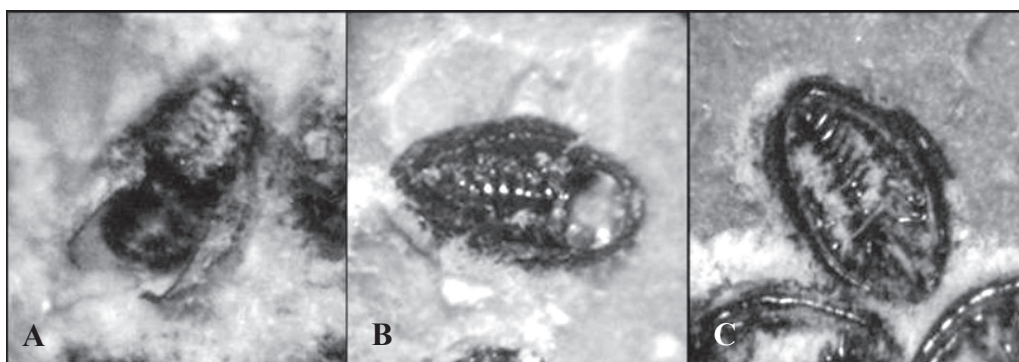


Figura 3. Estatus de las ninfas de mosca blanca del aguacate (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*). **A.** Normal. **B.** Parasitada. **C.** Depredada. (Fuente: los autores).

Paraleyrodes es un género de moscas blancas nativo de la región neotropical (Martin 2006). La distribución de la especie *Paraleyrodes bondari* Peracchi (1971) comprende Belice, Brasil, Honduras, Venezuela, Perú, México y Estados Unidos (Martin 2004).

Ciclo de vida. *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* tuvo un ciclo de vida total (huevo a adulto) de $27,7 \pm 0,19$ días ($n = 10$). La duración de cada uno de los instares fue: desarrollo embrionario: $8,00$ días $\pm 0,08$ días ($n = 11$); ninfa primer instar: $3,45$ días $\pm 0,131$ días; ninfa segundo instar: $4,45$ días $\pm 0,11$ días ($n = 11$); ninfa tercer instar: $5,10$ días $\pm 0,11$ ($n = 10$), ninfa cuarto instar: $6,60$ días $\pm 0,19$ ($n = 10$). En otro estudio sobre una especie muy cercana (*Paraleyrodes* sp. pr. *citri*), el ciclo de vida fluctuó entre 26 y 44 días, pero bajo condiciones climáticas de España (García *et al.* 1992).

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

El análisis de varianza (ANOVA) mostró una diferencia entre las dos fincas en estudio ($F = 93,26$; $gl = 2$; $P < 0,0001$), 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 todas las cultivares mostró un patrón relativamente estable durante las 36 semanas (Fig. 4) con el cultivar Lorena teniendo el más alto porcentaje promedio ($3,01 \pm 0,02$ %), seguido por Choquette ($1,94 \pm 0,02$ %) y finalmente Hass ($1,53 \pm 0,02$ %). El ANOVA para el área foliar afectada por *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*, entre cultivares mostró una diferencia significativa ($F = 25,22$; $gl = 2$; $P < 0,0001$). La prueba Tukey mostró que el cultivar Lorena tuvo una incidencia significativamente más alta comparada con los cultivares Choquette y Hass.

Finca La Chiripa. La fluctuación de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* mostró picos poblacionales significativos durante las 36 semanas de muestreo en los tres cultivares (Fig. 5). Las poblaciones promedio fueron más altas que en la finca cafetales Villa María, con Lorena mostrando 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 es-

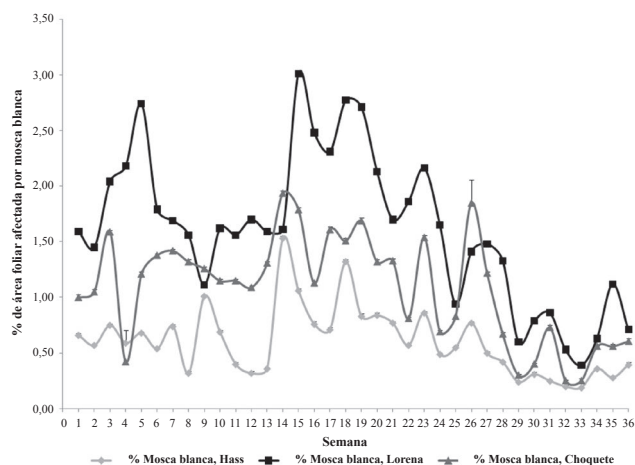


Figura 4. Porcentaje de área foliar ocupada por la mosca blanca del aguacate (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) en los cultivares Hass, Lorena y Choquette sembrados en la finca Cafetales Villa María. 2012-2013.

tadísticas entre cultivares para el porcentaje de área ocupada por la mosca blanca ($93,26$; $gl = 2$; $P < 0,0318$). La prueba Tukey mostró que Lorena tuvo la más alta incidencia de mosca blanca seguida por Hass y Choquette.

La mayor presencia de *Paraleyrodes* en el cultivar Lorena, puede deberse a un mayor porcentaje de carbohidratos totales y no reductores en ésta, comparada con Hass y Choquette. Además, El cultivar Hass presenta mayor cantidad de cumarinas, terpenos y esteroides en sus hojas (Sierra *et al.* 2014).

A pesar que en la finca La Chiripa se hicieron trece aplicaciones de insecticidas de diferentes ingredientes activos para control de *Paraleyrodes* (tiacloprid + deltametrina, imidacloprid, metomil, malation y lambdacialotrina) durante el tiempo de muestreo, las poblaciones de mosca blanca tuvieron en general un aumento progresivo. En la finca cafetales Villa María, en la cual hubo una aplicación mucho menor de insecticidas durante este estudio, la población tuvo una tendencia contraria.

Respecto a esta tendencia, una de las causas que se ha encontrado para la no efectividad de los insecticidas sobre poblaciones de moscas blancas es la generación de resistencia. En Chipre, por ejemplo, Vassiliou *et al.* (2011) encontraron niveles moderados a altos de resistencia de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) 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), y a metil paration y metamidofos (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 cultivar 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 cultivar Lorena.

Finca La Chiripa. Se encontró una correlación negativa entre la humedad relativa y la población de la mosca blanca en todas los cultivares (Hass: $r = -0,46$, $P = 0,0043$; Lorena: $r = -0,38$, $P = 0,0222$; 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 (Gerling *et al.* 2001; Hilje 1996); sin embargo, esta variable está además relacionada con la temperatura y la precipitación (Jiménez 2009).

La relación encontrada entre la fluctuación poblacional y la humedad difiere de otros trabajos como el de Meena *et al.* (2013) en el cual no se encontró una relación entre los parámetros climáticos y la fluctuación poblacional de *B. tabaci*. Así mismo, un resultado diferente encontraron Senfu *et al.* (2013), en cuyo trabajo la temperatura fue el factor abiótico más influyente en la fluctuación poblacional de *B. tabaci*. A su vez Karut *et al.* (2004) encontraron que las temperaturas mínimas diarias durante julio y agosto estuvieron relacionadas con un aumento en las capturas de *B. tabaci*. Sin embargo, es similar al encontrado por Singh *et al.* (2013), en cuyo trabajo se encontró una relación negativa entre la humedad relativa máxima y mínima con la población de *B. tabaci*.

Una de las posibles razones para obtener resultados diferentes, además de que son especies diferentes puede ser el

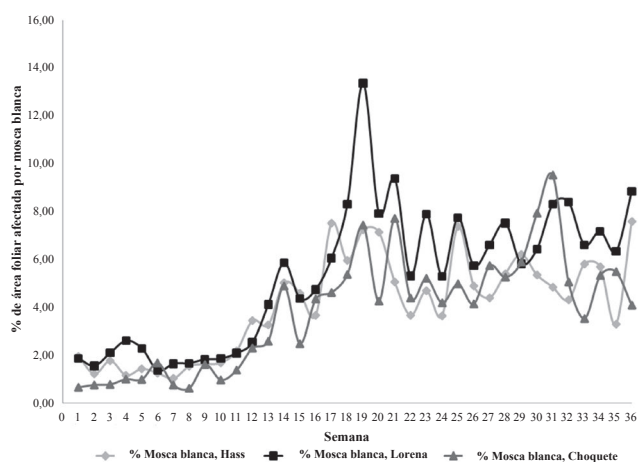


Figura 5. Porcentaje de área ocupada por la mosca blanca del aguacate (*Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*) en tres cultivares de aguacate (Hass, Lorena, Choquette) sembradas en la finca La Chiripa. 2012-2013.

método de muestreo, pues el método de medición de fluctuación poblacional en este trabajo difirió del llevado a cabo por Senfu *et al.* (2013) quienes usaron tableros plásticos pegajosos de color amarillo. Karut *et al.* (2004), a su vez utilizaron trampas plásticas diseñadas para atrapar adultos y Meena *et al.* (2013) hicieron conteo de individuos. En el caso del presente trabajo se usó un método observacional directo, en el cual se tuvo en cuenta la población de inmaduros, pero teniendo en cuenta el área ocupada por las colonias, dada la dificultad de hacer conteo de inmaduros y adultos.

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

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

Finca La Chiripa. El porcentaje de parasitismo fue de $31,80 \% \pm 1,47$ para Choquette, $31,43 \% \pm 1,22$ para Lorena y $31,11 \% \pm 2,21$ para Hass. Lorena mostró el más alto porcentaje de depredación ($36,30 \% \pm 3,22$), seguido por 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 las tres cultivares con un valor $P = 0,0004$, <

$0,0001$, $< 0,0001$ y $r = 0,56$, $0,75$, $0,63$) para Hass, Lorena y Choquette, respectivamente.

En general se encontraron altos niveles de parasitismo y depredación 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 (Medina *et al.* 2002).

El alto nivel de parasitismo y depredación encontrados en este estudio, a pesar de la aplicación de insecticidas, contrasta con la alta susceptibilidad encontrada en el *Eretmocerus warrae* (Hymenoptera: Aphelinidae), un parasitoide de *B. tabaci*, a biopesticidas como avermectina y spinosad (Kumar *et al.* 2008).

Enemigos naturales. 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* (recuperados a partir de ninfas de la mosca):

Platygastroidea, Platigastridae, *Amitus* sp. (10 ♂, 6 ♀); Chalcidoidea, Aphelinidae, *Encarsia* sp. (2 ♂, 1 ♀); Chalcidoidea, Aphelinidae, *Eretmocerus* sp. (3 ♀); Chalcidoidea, Aphelinidae, *Encarsia* sp. (3 ♀) (John Alveiro Quiroz, 2012, comunicación personal). Esto concuerda con los resultados obtenidos por Gerling *et al.* (2001), Manzano (2000) y Cardona *et al.*, (2005), quienes encontraron que los principales enemigos naturales de moscas blancas (*B. tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*) se encuentran dentro de la familia Aphelinidae y Platigastridae, y particularmente en los géneros *Encarsia*, *Eretmocerus* y *Amitus*. A su vez, Myartseva *et al.* (2012) reportaron a *Eretmocerus* sp., como un ecto o endoparasitoide solitario de moscas blancas.

Encarsia y *Amitus* han sido asociados como parasitoides de especies de Aleyrodidae, como *Aleurocanthus woglumi* Ashby (López *et al.* 2009). Asimismo, *Eretmocerus* ha sido referenciado como parasitoide importante de *B. tabaci* (Elkhawas y Salwa 2010, Awadalla *et al.* 2014) y *Encarsia* ha sido referenciado como parasitoide importante de *B. tabaci* (Awadalla *et al.* 2014), *A. woglumi* (López *et al.* 2009) y *Aleurodicus dispersus* Russell (Lambkin y Zaslucky 2010).

Recolección, identificación y cuantificación de fauna asociada: Finca Cafetales Villa María. El cultivar choquette mostró la más alta diversidad de fauna benéfica ($H = 2,94$) (Tabla 1).

Finca La Chiripa. El cultivar 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 entre las dos fincas, aunque un poco más bajas en la finca La Chiripa ($2,51$ vs. $2,46$), 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, totalizando 331 individuos potencialmente benéficos. De ese total, $60,42 \%$ fueron clasificados como para-

Tabla 1. Índice de diversidad de insectos potencialmente benéficos en tres fincas de aguacate, para los cultivares Hass, Lorena y Choquette. N: Número de individuos, H: Índice Shannon. Fresno y Herveo (Tolima). Agosto 2012-Febrero 2013.

Finca	Cultivar	H	
		Nº individuos	Índice Shannon
Cafetales Villa María (1)	Hass	34	2.29
	Lorena	52	2.30
	Choquette	65	2.94
La Chiripa (2)	Hass	28	2.90
	Lorena	36	2.59
	Choquette	23	1.91

sitoides y 39,42 % fueron considerados como depredadores. Los parasitoides encontrados fueron 100 % Hymenoptera. Esto corrobora lo afirmado por Cisneros (1995) quien reportó a este orden como el mayor parasitoide de plagas. Más aún, dentro de él, las superfamilias Ichneumonoidea y Chalcidoidea son consideradas las más importantes. Trichogrammatidae (32,00 %), Braconidae (30,00 %), Pteromalidae (15,50 %) y Scelionidae (15,00 %) fueron las familias con mayor abundancia relativa. Los depredadores más abundantes pertenecieron a las familias Chrysopidae (32,82 %), Coccinellidae (17,17 %) y Dolichopodidae (16,79 %).

Conclusiones

La mosca blanca del aguacate *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* tuvo una incidencia diferencial a nivel varietal. El cultivar Lorena apareció como la más susceptible a su presencia comparada con Choquette y Hass. Esto podría atribuirse a un mayor porcentaje de carbohidratos totales y no reductores en Lorena, y a una mayor cantidad de cumarinas, terpenos y esteroides en Hass.

La aplicación de insecticidas para controlar mosca blanca en la finca La Chiripa no fue efectiva en bajar las poblaciones, ni tampoco ocasionó una baja sensible en los niveles de parasitismo y depredación, lo cual podría estar asociado a fenómenos de resistencia por parte del insecto plaga, dada las referencias existentes de generación de resistencia por parte de otras especies de moscas blancas a algunos insecticidas aplicados en esta zona productora.

La humedad relativa fue la única variable climática consistentemente correlacionada en una forma inversa con el porcentaje de área foliar ocupada por *Paraleyrodes* en todos los cultivares en las dos fincas. Aunque este factor es importante en el desarrollo biológico del insecto, puede estar condicionado por otras variables climáticas como la temperatura.

Dentro de los factores bióticos relacionados con la población de *Paraleyrodes*, se presentaron altos niveles de parasitismo y depredación en el estudio. Los géneros *Encarsia* sp., *Eretmocerus* sp. y *Amitus* sp. encontrados aquí, han sido reportados como enemigos naturales de moscas blancas en otros países.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al Ministerio de Agricultura, a CORPOICA y a los agricultores de la asociación ASOFRUTOS (Fresno- Tolima).

Literatura citada

- AWADALLA, S. S.; BAYOUMY, M. H.; KHATTAB, M. H.; ABD EL-WAHAB, A. H. 2014. Density-independent and inverse density dependent parasitism of *Encarsia lutea* Masi and *Eretmocerus mundus* Mercet to *Bemisia tabaci* Biotype B. Egyptian Journal of Biological Pest Control 24 (1): 125-132.
- BAREÑO, F. 2014. Estado actual y perspectivas de la cadena del aguacate en Colombia. Ministerio de agricultura y desarrollo rural MADR. Disponible en: https://www.finagro.com.co/sites/default/files/node/basic-page/files/cadena_de_aguacate.pdf. [Fecha revisión: 26 de agosto de 2014].
- BERNAL, J.; DÍAZ, C. 2008. Tecnología para el cultivo del Aguacate. Manual técnico 5. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Colombia. 241 p.
- CAICEDO, L. 2014. 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. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de: Magister en Ciencias Agrarias con énfasis en Entomología. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. 133 p.
- CARDONA, C.; RODRÍGUEZ, I.; BUENO, J.; TAPIA, X. 2005. Biología y manejo de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en habichuela y en fríjol. Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Car%C3%A1tula.pdf. 54 p. [Fecha revisión: 14 mayo 2013].
- CISNEROS, F. 1995. Control de plagas agrícolas. Chapter VIII. Page: 58. Disponible en: http://avocadosource.com/books/CisnerosFausto1995/CPA_8_PG_102-147.pdf. [Fecha revisión: 16 mayo 2013].
- DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2012. Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/ENA/boletin-prensa-ENA-2012.pdf>. [Fecha revisión: 28 agosto 2014].
- EL-KHAWAS, M. A. M.; SALWA, S. M. 2010. Population densities of *Aphis gossypii* on pepper and *Bemisia tabaci* on bean with special reference to their natural enemies. Egyptian Journal of Biological Pest Control 20 (1): 15-19.
- GALLEGO, F. L.; VÉLEZ, R. 1992. Lista de insectos que afectan los principales cultivos, plantas forestales, animales domésticos y al hombre en Colombia. Medellín, Universidad Nacional de Colombia. 142 p.
- GARCÍA GARCÍA, E. J.; GARIJO ALBA, C.; GARCÍA SEGURA, S. 1992. Presencia de *Paraleyrodes* sp. pr. *citri* (Bondar 1931) (Insecta: Homoptera: Aleyrodidae) en los cultivos de cítricos de La provincia de Málaga, sur de España: Aspectos biológicos y ecológicos de la plaga. Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas 18 (1): 3-9.
- GERLING, D.; ALOMAR, O.; ARNO, J. 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids. Crop Protection 20: 779-799.
- HILJE, L. 1996. Aspectos biológicos de *Bemisia tabaci* en Mesoamerica. Manejo Integrado de plagas. Costa Rica 35: 46-54.
- HODDLE, M. S. 2006. Phenology, life tables, and reproductive biology of *Tetraleurodes perseae* (Hemiptera: Aleyrodidae) on California avocado. Annals of Entomological Society of America 99 (3): 553-559.
- JIMÉNEZ, E. 2009. Métodos de control de plagas [en línea]. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Nicaragua. Disponible en: <http://www.unilibrecucuta.edu.co/site/images/pdf/citas%20y%20bibliografia.pdf>. [Fecha revisión: 16 mayo 2013].
- KARUT, K.; CHU, CH.; HENNEBERRY, TH.; CENGIZ, K. 2004. Determination of seasonal activity of the sweet potato white fly (Homoptera: Aleyrodidae) and leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) by plastic cup traps on the Çucurova plain, Turkey. Plant Protection Science 41 (1): 8-13.

- KUMAR, P.; WHITTEN, M.; THOEMING, G.; BORGEMEISTER, G.; POEHLING, H.-M. 2008. Effects of bio-pesticides on *Eretmocerus warrae* (Hym., Aphelinidae), a parasitoid of *Bemisia tabaci* (Hom., Aleyrodidae). *Journal of Applied Entomology* 132: 605-613.
- LAMBKIN, T.; ZALUCKI, M. 2010. Long-term efficacy of *Encarsia dispersa* Polaszec (Hymenoptera: Aphelinidae) for the biological control of *Aleurodicus dispersus* Rusell (Hemiptera: Aleroididae) in tropical monsoon Australia. *Australian Journal of Entomology* 49: 190-198.
- LOPEZ, V.; KAIRO, M.; POLLARD, G.; PIERRE, CH.; 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. *Biocontrol* 54: 497-503.
- LÓPEZ-ÁVILA, A. 2004. Biología y control biológico de las moscas blancas. Conferencia presentada en el Seminario Tecnológico sobre Mosca Blanca, Centro de Investigación Nataima, Corpoica, Espinal-Tolima.
- MADR. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2012. Anuario Estadístico de Frutas y Hortalizas 2007-2011. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/Anuario/anuarioFH20062010.pdf>. [Fecha revisión: 27 abril 2013].
- MANZANO, M. R. 2000. Evaluation of *Amitus fuscipennis* as biological control agent of *Trialeurodes vaporariorum* on bean in Colombia. Tesis doctoral. Wageningen University. Wageningen, Países Bajos. 149 p.
- MARTIN, J. H. 2004. Whiteflies of Belize (Hemiptera: Aleyrodidae) Part 1 - introduction and account of the subfamily Aleurodicinae Quaintance & Baker. *Zootaxa*. 681: 1-199.
- MARTIN, J. 2006. The identity of *Paraleyrodes perseae* Quaintance Sternorrhyncha Aleyrodidae, a potential pest of fruit trees in the United States and beyond. *Zootaxa* 1128: 35-47.
- MARTIN, J. H.; MOUND, L. A. 2007. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). Disponible en: <http://www.mapress.com/zootaxa/2007f/zt01492p084.pdf>. [Fecha revisión: 25 abril 2013].
- MARTÍNEZ-CARRILLO, J. L.; SERVÍN-VILLEGAS, R.; NAVACAMBEROS, U.; CORTÉZ-MONCADA, E.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, J. L. 2006. A five-year study of insecticide resistance in whitefly *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring from the Yanqui Valley, México. *Southwestern Entomologist* 31 (4): 307-320.
- MEDINA, S.; ORTEGA, L.; GONZÁLEZ, H.; VILLANUEVA, J. 2002. Influencia de arvenses sobre el complejo mosca blanca-virosis-parasitoides en Veracruz, México. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* 65: 75-81.
- MEENA, M. S.; AMETA, O. P.; MEENA, B. L. 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.; RUÍZ, E.; CORONADO, J. 2012. Especies de *Eretmocerus* Haldeman (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitoides de moscas blancas del género *Tetraleyrodes* Cockerell (Homoptera: Aleyrodidae) en México, con la descripción de tres especies nuevas. *Dugesiana* 18 (2). Disponible en: <http://www.insectosdemexico.com/uploads/articulos/Eretmocerus%20Mexico,2012.Dugesiana.pdf>. [Fecha revisión: 16 mayo 2013].
- NARANJO, S.; CAÑAS, L.; ELLSWORTH, P. 2004. Mortalidad de *Bemisia tabaci* en un sistema de cultivos múltiples. *Revista Horticultura Internacional* 43: 14-21. Disponible en: <http://ag.arizona.edu/crop/cotton/insects/wf/horticultura0204.pdf>. [Fecha revisión: 10 septiembre 2012].
- POSADA, L. 1989. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, (Boletín Técnico No. 43). 662 p.
- SAS Institute. 2009. SAS ® 9.1. Statistical Analysis System. North Caroline, EEUU.
- SEGURA, S. C.; MOREIRA, D. M.; GOMÉZ, D. W. 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 para optar al título de ingeniera agrónoma. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. Bogotá. 136 p.
- SENFU, X.; HUIFU, W.; WEIQIANG, CH.; ENGUO, W.; YANG, H.; JUNMIN, L.; GUOFU, Z. 2013. Study on the occurrence 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. University of Illinois Press. Urbana and Chicago. 35 p.
- SIERRA, P. V.; QUIROGA, L. F.; VARÓN, E. H. 2014. Preferencia de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp.) por cultivares de aguacate (*Persea americana* MILL.) en Fresno, Tolima. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 15 (2): 197-206.
- SINGH, Y.; JHA, A.; VERMA, S.; MISHRA, V. K.; SINGH, S. S. 2013. Population dynamics of sucking pests and its natural enemies on okra agroecosystem in Chitrakoot region. *African Journal of Agricultural Research* 8 (28): 3814-3819.
- SOUTHWOOD, T. R. E.; HENDERSON, P. A. 2000. Ecological methods. 3rd ed. Blackwell Science. Oxford, Reino Unido. 592 p.
- TRINDADE, T.; RACCA, F.; DE LIMA, A. 2011. Especies de *Paraleyrodes* Quaintance (Hemiptera: Aleyrodidae) no estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Entomotropica* 26 (2): 69-77.
- VASSILIOU, V.; EMMANOUILIDOU, M.; PERRAKIS, A.; MOROU, E.; VONTAS, J.; TSAGKARAKOU, T.; RODITAKIS, E. 2011. Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* from Cyprus. *Insect Science* 18: 30-39.
- YABRUDY, J. 2012. El aguacate en Colombia: Estudio de caso de los Montes de María, en el Caribe colombiano. Banco de la República, Centro de Estudios Económicos CEER. Disponible en: http://www.banrep.gov.co/documentos/publicaciones/regional/documentos/dtser_171.pdf. [Fecha revisión: 6 enero 2013].

Recibido: 28-sep-2014 • Aceptado: 14-mar-2016

Citación sugerida:

CRUZ CASTIBLANCO, G. N.; VARÓN DEVIA, E. H.; QUIROGA ROJAS, L. F.; MONJE ANDRADE, B.; SIERRA BAQUERO, P. V. 2016. Factores relacionados con la población de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* (Hemiptera: Aleyrodidae) en aguacate. *Revista Colombiana de Entomología* 42 (2): 103-109. Julio-Diciembre 2016. ISSN 0120-0488.