UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

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

LUIS SIGIFREDO CAICEDO RIASCOS
Código: 2577408

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agrarias
Área curricular de posgrados
Programa de Maestría en Ciencias Agrarias
Línea de investigación en Entomología
Bogotá D.C, Colombia
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

LUIS SIGIFREDO CAICEDO RIASCOS

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ciencias Agrarias con énfasis en Entomología

Director:

Edgar Herney Varón Devia
Ingeniero Agrónomo Ph.D.
Investigador Ph.D. Corpoica

Codirectora:

Elena Luisa Brochero
MSc, Ph.D. en Ciencias Biológicas.
Profesora Asociada Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agrarias
Área curricular de posgrados
Programa de Maestría en Ciencias Agrarias
Línea de investigación en Entomología
Bogotá D.C, Colombia
2014

“El presidente de tesis y el consejo examinador no serán responsables de las ideas emitidas por el autor”
(Artículo 218 de los Estatutos de la Universidad Nacional de Colombia)

Nota de Aceptación

_____
_____
_____
_____

_____

_____

Augusto Ramirez Godoy
Docente Universidad Nacional - Bogotá

_____

Nora Cristina Meza Cobo
Docente Universidad Nacional - Palmira

_____

Daniel Rodríguez Caicedo
Docente Universidad Militar Nueva Granada - Bogotá

Bogotá, 1 de Diciembre de 2014.

Dedicatoria

A Dios: por su grandeza al darme
la capacidad para comprender
la naturaleza de su creación.

A mis padres: Isabel y Agustín q.e.p.d,
por su fiel amor y sabios consejeos
para mi emprendimiento.

A mis hermanos: por brindarme su
apoyo en todo momento.

A mi amor: por su comprensión

Agradecimientos

Expreso mi agradecimiento al doctor Edgar Herney Varón Devia, por haberme brindado la oportunidad y la confianza de desarrollar este trabajo. Así mismo, por su dirección colaboración y por ayudarme a crecer como profesional.

Al la doctora Elena Luisa Brochero profesora de la facultad de agronomía de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, por su codirección, colaboración y sus importantes sugerencias en la terminación de este trabajo.

Al doctor Buenaventura Monje, por sus extraordinarios consejos y orientación para mi vida universitaria de postgrado.

A todos mis compañeros del grupo de investigación sobre: “Determinación de los factores incidentes en la prevalencia del problema fitosanitario de mosca blanca en aguacate (*Persea americana* mill) Hass y Lorena en el norte del Tolima”.

A la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria “Corpoica” que me abrió las puertas para la realización de esta investigación.

A Colciencias, al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural por la financiación de mi proyecto de tesis de maestría.

A la Universidad Nacional de Colombia por haberme brindado tantos conocimientos entomológicos durante la realización de la maestría.

Agradezco a la Asociación de Frutos del Tolima (Asofrutos), quienes facilitaron los lotes donde se adelanto este estudio. Además, quiero destacar la colaboración Jhon Edwin Gonzales por su comprensión y colaboración durante el tiempo en que se adelanto esta investigación.

Resumen

La mosca blanca *Paraleyrodes* Quaintance pos. *bondari* es plaga limitante en la producción de aguacate cultivar Lorena y Hass en el municipio de Fresno, norte del Tolima, primer departamento productor en Colombia. El objetivo de trabajo consistió en determinar un método de muestreo que permitiera estimar umbrales de acción preliminares (UAp), definir el nivel de daño económico (NDE) y finalmente establecer umbrales de acción (UA) para poblaciones naturales de *P.* pos. *bondari* en fincas productoras de Fresno, Tolima. Se desarrollaron en campo dos métodos de muestreo: el primero consistió en la estimación visual de infestación de ninfas por área foliar de 1,25 cm^2 y el segundo, en evaluar la presencia/ausencia de ninfas en el envés de la hoja. Se estudió la dispersión espacial poblacional del insecto en estratos, brotes y hojas de cada árbol mediante muestreo binomial e índice K de agregación. Se estimaron los niveles de infestación por cultivar de aguacate y su respectivo nivel de daño económico estableciendo el umbral de accion. Los niveles de infestación para *P*. pos. *bondari* mostraron diferencias significativas entre cultivares ($p \leq 0,05$), para cultivar Lorena con 31,88±1,2% y para Hass con 15,64±1,8%. La distribución binomial teórica mostró un patrón de distribución agrupada (0 ≤ k) por el que el muestreo propuesto son 18 árboles / ha, basado en la inspección de las hojas intermedias y pre- basales en un brote de 60 cm, teniendo 5 brotes por rama del contorno del estrato basal del árbol de aguacate. Los umbrales de acción preliminares correspondieron a: ≥10% hojas infestadas/rama; ≥30% hojas infestadas/rama y ≥60% hojas infestadas/rama. No se encontró daño económico en el cultivar Hass, mientras que para el cultivar Lorena existe un riesgo de perder 119,75Kg/ha por cada unidad de infestación. Para este caso, el nivel de daño económico (NDE) en el cultivar Lorena, comenzó cuando el nivel de infestación supera 42,23 ≈ 42% de hojas infestadas/ rama, cuyo Umbral de Acción (UA) se estimó en 35,59% hojas infestadas rama. Esta investigación permitió una fácil implementación de muestreo para las moscas blancas, así mismo obtener valores de UA y NDE en granjas productivas de aguacate Lorena en el municipio de Fresno, Tolima.

Palabras claves: Insecto, técnica de muestreo, distribución estadística, Manejo Integrado de Plagas.

Abstract

The Whiteflies *Paraleyrodes* posibility *bondari.* is a limiting pest in the production of avocados Hass and Lorena in the municipality of Fresno, north of Tolima, Colombia's first producer department. The goal of study was to determine a sampling method that allows estimating Preliminary Action Thresholds (PAT), define the Economic Injury Level (EIL) and finally to set Action Thresholds (AT) to natural populations of *P.* pos. *bondari* on farms producing in Fresno, Tolima. Two sampling methods were developed in the field: the first consisted of visual estimation of infestation nymphs per leaf area of 1.25 cm2 and the second, to assess the presence / absence of nymphs on the underside of the leaf. The spatial spread of the insect population was studied in strata, buds and leaves of each tree using binomial sampling and aggregation index K. Infestation levels were estimated by variety of avocado and the respective Economic Injury Level establishing the Action Thresholds. Infestation levels for *P* pos. *bondari* varieties showed significant differences ($p \leq 0.05$) for variety Lorena with 31.88 ± 1.2% and ± 1.8 Hass with 15.64%. The theoretical binomial distribution showed a pattern of clumped distribution ($0 \leq k$) where by the suggested sampling are 18 trees / ha, based on the inspection of intermediate and pre-basal leaves on a bud branch of 60 cm, taking 5 buds per branch of the contour of the basal stratum of the avocado tree. The Preliminary action thresholds corresponded to: ≥10% infested leaves / branch; ≥30% infested leaves/ branch and ≥60% infested leaves / branch. No economic damage was found in the variety Hass, while that for variety Lorena there is a risk of losing 119,75Kg / ha per unit of infestation. For this case the economic injury level (EIL) in variety Lorena, began when infestation level exceeded 42.23 ≈ 42% infested leaves / branch, whose Action Threshold (AT) was estimated at 35.59% infested leaves/ branch. This research allowed easy implementation of sampling for whiteflies, also to get AT and EIL values, on variety Lorena's productive farms in the municipality of Fresno, Tolima.

Keywords: Insecta, sampling technique, statistical distribution, Integrated Pest Management.

Contenido

Pág

Resumen y Astrac. ……... IX

Lista de figuras. ……. XII
Lista de gráficas. …….. XIII
Lista de tablas. …….. XIV

1. Introducción. ……. 1

2. marco teórico. ……... 4
2.1. El cultivo del aguacate. …….. 4
2.2. Las moscas blancas (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae) en el cultivo del aguacate. …….. 8
2.2.1. Distribución geográfica de moscas blancas del aguacate. ……... 9
2.2.2. Descripción de los estados biológicos de la mosca blanca *Paraleyrodes* sp. 10
2.2.3. Ciclo de vida de *Paraleyrodes* sp. ……..... 13
2.2.4. Daños ocasionados por las moscas blancas del aguacate. ……. 14
2.2.5. Manejo y estrategias de control de la mosca blanca. …….. 15
2.2.5.1. Muestreo. ……... 16
2.2.5.2. Nivel de daño económico (NDE). …….. 16
2.3.5.3. Umbrales de acción (UA). ……... 30

3. Objetivos. …… 17
3.1. GENERAL. ……... 17
3.2. ESPECÍFICOS. …… 17

4. Materiales y métodos …….. 18
4.1. MARCO GEOGRÁFICO (LOCALIZACIÓN). …… 18

4.2.1.**Capítulo 1.** Muestreo convencional en poblaciones naturales de *Paraleyrodes* Quaintance pos. *bondari* (Hemiptera: Aleyrodidae) en aguacate *Persea americana* Mill var. Hass y Lorena en el muncipio Fresno, Tolima, Colombia. …… 19

4.2.2. **Capítulo 2.** Nivel de daño económico de *Paraleyrodes* Quaintance sp. pos. *bondari* (Hemiptera: Aleyrodidae) en aguacate *Persea americana* MILL var. Hass y Lorena en el muncipio Fresno, Tolima, Colombia. …… 42

4.2.3. **Capítulo 3.** Umbral de acción para *Paraleyrodes* Quaintance sp. pos. *bondari* (Hemiptera: Aleyrodidae) en aguacate *Persea americana* MILL var. Hass y Lorena en el muncipio Fresno, Tolima, Colombia. ……. 60

5. Conclusiones. …… 69

6. Recomendaciones y perspectivas. ……. 71

Anexos. …… 73

Bibliografía. …… 110

Lista de figuras

Pág.

Figura 1. Distribución Neotropical de las moscas blancas del género de *Paraleyrodes* spp. 9
……

Figura 2. Descripción de los estados biológicos de *Paraleyrodes* sp.: a) Huevos b) Ninfa instar uno Móvil c) Ninfa instar dos sésil d) Ninfa instar tres sésil e) Pupa f) Adulto. Fuente: Caicedo 2014.
…… 13

Figura 3. Daño indirecto en el envés de la hoja de aguacate ocasionado por ninfas de *Paraleyrodes* sp.segregando sustancias azucaradas que propician el crecimiento de fumagina.
…… 14

Figura 4. Localización del Área de estudio donde se desarrollaron los experimentos.
…… 18

Figura 5. Estimación visual del porcentaje del área de la hoja (ocupada) infestada por ninfas de la mosca blanca del aguacate de diferentes instares en un área estándar preestablecida de 1,12 cm x 1,12 cm dando una cobertura de 1,25 cm^2, nótese en el lado inferior derecho un 13% del área infestada en uno de los cuadrantes.
…… 25

Figura 6. Estimación de ninfas teniendo cuenta la presencia o ausencias de colonias visibles en cada área de los cuatro cuadrantes de la hoja evaluada.
…… 25

Figura 7. Ninfa de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* Peracchi 1971 (Hemiptera: Sternorrhyncha; Aleyrodidae).
……..... 28

Figura 8. Brote de aguacate de 60 cm y distribución horizontal de sus hojas, Ap: hoja apical; Pa: hoja pos apical; In: hoja intermedia; Pb: hoja prebasal; Bs: hoja basal.
…… 33

Figura 9. Rama de aguacate de 1 m de largo y distribución horizontal de sus brotes, Ba: brote apical; BPa: brote pos apical; Bi: brote intermedio; Bp: Brote prebasal; Bb: Brote basal. …… 38

Lista de gráficas

Pag.

Gráfica 1. Distribución vertical de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en fincas del municipio de Fresno (Tolima), ubicadas a diferentes altitudes (m.s.n.m) y su porcentaje de infestación en los cultivares Hass y Lorena. …….. 29

Gráfica 2. Distribución vertical de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en fincas del municipio de Fresno (Tolima), ubicadas a diferentes altitudes (m.s.n.m) y su porcentaje de infestación en los estratos del los arboles. …… 30

Gráfica 3. Relación entre el logaritmo de la variaza (Ln S^2) y el logaritmo del número medio de ninfas (Ln X) de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. *pos. bondari* en estratos bajos de aguacate Var. Hass y Var. Lorena. …… 35

Gráfica 4. Relación entre el logaritmo de la variaza (Ln S^2) y el logaritmo del número medio de ninfas (Ln X) de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en brotes de aguacate Var. Hass y Var. Lorena. …… 36

Gráfica 5. Relación entre el logaritmo de la variaza (Ln S^2) y el logaritmo del número médio de ninfas (Ln X) de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. *pos. bondari* en hojas prebasales en un brote de 60 cm de aguacate. …… 37

Gráfica 6. Efectos de los umbrales de acción preliminares (UAp) aplicados como tratamientos para P*araleyrodes* sp. pos. *bondari*, influyentes en los niveles de infestación en aguacate cultivar Hass. …… 51

Gráfica 7. Efectos de los umbrales de acción preliminares (UAp) aplicados como tratamientos para P*araleyrodes* sp. pos. *bondari*, influyentes en los niveles de infestación en aguacate cultivar Lorena. ……..... 54

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. Tendencia horizontal de infestación en hojas de aguacate por *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en un brote de 60 cm evaluados en dos métodos de muestreo. …… 32

Tabla 2. Equivalencias entre la estimación visual y número de ninfas encontradas en un area estándar de 1,25 cm^2 en hojas de aguacate. …… 33

Tabla 3. Índices de dispersión obtenidos atrevés de pruebas de bondad y ajuste a una distribución Poisson, binomial negativa para poblaciones de ninfas de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en aguacate Hass y Lorena. …… 34

Tabla 4. Medidas de tendencia central del porcentaje de hojas/rama infestadas por colonias de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en aguacate Hass y Lorena en 10 fincas del municipio de Fresno (Tolima). …… 40

Tabla 5. Parámetros estadísticos para seleccionar el tamaño de muestra según número de ramas muestreadas en árboles de aguacate Hass y Lorena. …… 41

Tabla 6. Umbrales de acción preliminares aplicados como tratamientos para P*araleyrodes* sp. pos. *bondari*, influyentes en el rendimiento del aguacate Hass y su relación ingreso costo. Cosecha anual 2013 en El Fresno (Tolima). …… 53

Tabla 7. Umbrales de acción preliminares aplicados como tratamientos para *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*, influyentes en el rendimiento del aguacate Lorena y su relación ingreso costo. Cosecha anual 2013 en El Fresno (Tolima). ……..... 55

Tabla 8. Nivel de daño económico calculado (NDE) para *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en el cultivo del aguacate cultivar Lorena en el municipio de Fresno (Tolima). Cosecha anual 2013. …… 58

1. Introducción

El departamento del Tolima es productor destacado de aguacate en Colombia con 6.810 ha sembradas, un rendimiento de 8,6 t/ha y una producción anual de 58.317 toneladas, representando la mayor participación de producción en el país con 27,1%. Sin embargo, pese al aumento en las áreas cultivadas, el rendimiento promedio anual decreció con una variación del -8,1% para el año 2011 con respecto al año 2010, lo cual estuvo asociado a factores tanto abióticos como bióticos dentro del sistema productivo (MADR, 2012). Para el municipio de El Fresno, (Tolima), entre los factores bióticos de tipo entomológico, se registran daños por el perforador del fruto *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) descrito por Caicedo *et al.* (2010), los thrips (Thysanoptera: Thripidae) que según Barragán *et al.* (2010) limita la floración de los cultivos; problemas fitosanitarios también reconocidos por el Instituto Colombiano de Agricultura (ICA, 2012) y sumado a esto en la actualidad se reportó la presencia de las moscas blancas *Aleurovitreus* sp. y *Paraleyrodes* sp (Hemíptera: Aleyrodidae) (Segura *et al.,* 2012).

La moscas blancas *Paraleyrodes* sp. y *Aleurovitreus* sp. presentes en huertos de aguacate en el municipio de Fresno (Tolima), representan una limitante para la producción (Sánchez, 2005) debido a los daños ocasionados por este insecto, similares a los encntrados por Martin y Mound (2007) como son: succión de la savia en el envés de la hoja, manifestando la planta un debilitamiento, marchitamiento y clorosis. Otro daño indirecto sucede en el proceso de alimentación, cuando los adultos y ninfas segregan sustancias azucaradas que propician el crecimiento de un hongo saprófito, el cual produce fumagina que tiene un efecto adverso en la fotosíntesis, impidiendo la entrada de luz a la superficie foliar (Sánchez, 2005).

Este fenómeno se observó en las fincas productoras de aguacate de este municipio, en el 100% de los arboles, principalmente en el envés de las hojas, en los brotes y hojas completamente desarrolladas (Segura *et al.,* 2012). En este contexto, los productores de la zona, como los pertenecientes a la Asociación de Productores de Frutos de Fresno-Tolima (ASOFRUTOS), no cuentan con asesoría técnica para el manejo de la mosca blanca (Bermeo *et al.*, 2010), lo que a ocasionado una serie de problemas de tipo económico, ambiental y de salud a los agricultores del municipio; así mismo como lo han detectado los agricultores e investigadores de CORPOICA debido a que la principal y

unica estrategia de manejo de las moscas blancas en el municipio de El Fresno, es el control químico. El uso de los productos químicos incrementan los costos de producción ya que los productores no están usando los insecticidas y respectivas dosis específicas para el debido control de las moscas blancas (Bermeo *et al.*, 2010).

Otra consecuencia es que el potencial de enemigos naturales encontrados en las fincas del municipio de Fresno se ve amenazado por la intensa labor de aplicación de insecticidas, si se tiene en cuenta a especies como: *Chrysoperla* sp. (Neuróptera: Chrysopidae), *Amitus* sp, (Platigastridae, Platygastroidea), *Encarsia* sp. (Aphelinidae, Chalcidoidea), *Eretmocerus* sp, (Aphelinidae, Chalcidoidea) reportados por Cruz y Varón, (2013) en plantaciones de aguacate de la zona y que de acuerdo a Trindade y Florencio (2012) la especie de *Chrysoperla* sp., son depredadores de diez especies de moscas blancas entre las que se registró a *Paraleyrodes bondari* Perachi, (1971). Así mismo los géneros restantes fueron reconocidos e identificados como potenciales enemigos naturales de moscas blancas en nuestro país (López-Ávila *et al*., 2001).

En Colombia se han registrado 5 especies de moscas blancas asociadas al cultivo del aguacate: *Tetraleurodes* sp. *(*Quaintance) (Gallego y Veléz 1992), *Aleurodicus pulvinatus* (Maskell) (Posada, 1989; Saldarriaga *et at.,* 1993), *Paraleyrodes citricolus* (Costa Lima, 1928; Martin y Mound 2007), *Aleurovitreus* sp. y *Paraleyrodes* sp. (Segura *et al.,* 2012) de las cuales aún no se tiene conocimiento si causan un daño económico que justifiquen implementar medidas de Manejo Integrado. No obstante en nuestro país, Cardona *et al.* (1993); Rodríguez *et al.* (1996); Bueno *et al.* (2005) y Bernal y Pesca (2007), han diseñado sistemas de muestreo para diferentes especies de moscas blancas en gramíneas y hortalizas que permitien establecer umbrales de acción y definir niveles de daño económico como una herramienta para el Manejo Integrado de las moscas blancas.

Entre las técnicas de muestreo mas empleadas están: golpeteo de hojas en bandeja de fondo blanco (Pedigo, 1988; Gusmão, 2000), conteo directo de los insectos (Paula *et al.,* 1998; Gusmão, 2000), estimación visual del numero de ninfas en un area estándar preestablecida en cm^2 (Bueno *et al.*, 2005) y colección de hojas para conteo de hojas sintomáticas por succión del insecto (Waquil, 1997); pero hasta el momento no se conoce la eficiencia de las técnicas de muestreo mencionadas anteriormente para estimar las poblaciones relativas de la mosca blanca del aguacate.

Debido a que las moscas blancas *Aleurovitreus* sp. y *Paraleyrodes* sp., han sido registradas como problema fitosanitario en cultivos de aguacate del municipio de El Fresno, (Tolima), primer productor de aguacate en el país, además de otras latitudes como México y otros países de America Central (Nakahara, 1995), y San Diego y California en Estados Unidos de América (Hoddle, 2006), se requiere realizar estudios para determinar su impacto en la producción, que conduzcan a definir estrategias de Manejo Integrado para su vigilancia y control.

Por tanto, basados en sistemas de muestreo para diferentes especies de moscas blancas en gramíneas y hortalizas (Basso *et al*, 2001; Moura *et al*., 2001; Bueno *et al.*, 2005; Bernal & Pesca, 2007),se realizó una caracterización taxonómica de las especies de mosca blancas, se evaluaron los niveles de infestación, dos métodos de muestreo en cultivos de aguacate cultivar Hass y Lorena, la distribución y dispersión de las ninfas de moscas blancas a nivel del árbol de aguacate para estimar la mejor unidad de muestreo y número de muestras que comprenden el plan de muestreo convencional, definiendo finalmente umbrales de acción preliminares para la evaluación del nivel de daño económico como herramienta fundamental para el Manejo Integrado de Plaga.

Así, la caracterización taxonómica de las especies de mosca blancas permitirá la formulación de recomendaciones de manejo apropiadas para los problemas de esta plaga establecida. Los métodos de muestreo permitirán una técnica sencilla y confiable para el respectivo monitoreo y estimación de las densidades poblacionales de moscas blancas para su vigilancia y control.

Los niveles de daño económico en el cultivo de aguacate, permitirán cuantificar su impacto sobre la producción, para definir su importancia económica. Al establecer los umbrales de acción se determinará un criterio de decisión en el control de mosca blanca que ayudará a racionalizar el uso de insecticidas, disminuyendo los costos y aplicaciones por calendario, además de recuperar la dinámica de los agentes benéficos, generar menos impactos negativos al ambiente y la salud de los agricultores.

2. Marco teórico

2.1. El cultivo del aguacate

El aguacate *Persea americana* Mill es un árbol de la familia Lauraceae, distribuido desde México y Guatemala, hasta la costa pacífica de Centro América, con una distribución natural que llega hasta el norte de Perú (Wolstenholme y Whiley, 1995; Knight, 2002; Bernal y Díaz, 2008). Actualmente se cultiva en diferentes condiciones ambientales, desde zonas desérticas en Israel y sur de California (EEUU); tierras altas subtropicales y bosques húmedos tropicales como en centro América, hasta regiones de Sur África y Australia (Bower y Cutting, 1988).

En general, el aguacate es una especie perenne, muy vigorosa con una morfología y fenología de la especie que difiere según el cultivar. El árbol puede alcanzar los 19 m de altura. Las hojas, de color verde medio a oscuro que se disponen de forma alterna a lo largo de las ramas con 12 a 25 cm de longitud. Las diminutas flores son pequeñas (5 a 10 mm de diámetro) de color amarillo verdoso producen frutas en forma de pera que pueden pesar entre 100 a 1.000 g. Los frutos se caraterizan por un pericarpio de color verde oscuro y en ocasiones morado oscuro y casi negro, dependiendo de el cultivar y grado de madurez. Su tamaño, aunque dependiendo de el cultivar, es de unos 7 a 20 cm de largo y su diámetro máximo de unos 6 cm, con una gran semilla (unos 5 a 6,4 cm de largo) (Rios *et al.*, 2005).

De los cultivares de aguacate se reconocen tres razas ecológicas: Mexicana, Guatemalteca y Antillana, las cuales difieren en adaptaciones ambientales en altura y temperatura con características identificables (Davenport, 1986). Los cultivares de la raza Guatemalteca son las más estudiadas actualmente debido a que la mayoría de los cultivares son comerciales (Bernal y Díaz, 2008).

Los cultivares de la raza Mexicana se adaptan muy bien a las zonas de vida de bosque húmedo montano bajo o bosque húmedo premontano, en alturas comprendidas entre 1.700 y 2.500 msnm, con temperaturas que oscilan entre 5 y 17 ºC pero pueden llegar a soportar temperaturas bajas de hasta 2,2 ºC (Knight, 2002). El tiempo de floración a cosecha está entre 6 y 8 meses y su fruto es pequeño (de 80 a 250 g). Los cultivares de la raza Guatemalteca, entre ellas el aguacate Hass, se adaptan a condiciones

subtropicales, en zonas de vida de bosque húmedo premontano, temperaturas mínimas de 4 a 19 ºC y alturas entre 1200 y 2400 msnm, el tiempo de floración a cosecha es de 8 meses aproximadamente y tienden a producir frutos de tamaño mediano (de 125 a 250 g).

Los cultivares de la raza Antillana, como Lorena, se desarrollan en zonas de bosque húmedo tropical y bosque húmedo premontano, su rango de adaptación está entre 0 y 1500 msnm, temperaturas entre 18 y 26 ºC y con alta humedad relativa, presenta un tiempo aproximado de floración a cosecha de 5 a 8 meses, el peso del fruto está entre 250 y 1000 g (Scora *et al*., 2002; Bernal y Díaz, 2008).

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

En cuanto al manejo del cultivo, de acuerdo con Ríos *et al.* (2005), se deben tener distancias de siembra como referencia a 6 m entre árboles y 8 m entre surcos, que en suelos de alta fertilidad se pueden ampliar a 8 x 8 m. En zonas de ladera, por manejo fitosanitario y conservación de suelos, se recomiendan siembras en triángulo. El suelo donde se establecerá el cultivo debe ser franco arcilloso con buen drenaje por lo menos de 1 m de profundidad en suelo plano, 70 cm para el desarrollo del sistema radical y 30 cm para drenaje (Lemus *et al.*, 2005).

En Colombia se produce aguacate desde el nivel del mar, hasta los 2.200 msnm, principalmente para el mercado local, con potencial de exportación de fruta fresca y procesada por las características de los cultivares cultivadas y las condiciones agroclimáticas de las regiones productoras. Pese a esta consideración, los cultivares se han adaptado a las condiciones edafoclimáticas tropicales de las regiones productoras de aguacate en el país (Ríos y Tafur, 2003).

Los cultivares comercialmente sobresalientes en Colombia son: el cultivar Lorena, única nativa originaria del Valle del Cauca y hoy en día es el cultivar más sembrado y de mayor consumo en el país. El fruto es de forma alargada, ligeramente oblicuo, de corteza lisa, con tamaño grande (500 g) y contenido de grasa cercano al 9%. La semilla es de tamaño

mediano con adherencia media a la pulpa (Bernal y Díaz, 2008). El cultivar Hass, se introdujo desde California-EEUU (Bernal y Díaz, 2008), el fruto es de forma ovalada, de corteza gruesa y áspera de color verde oscuro cuando está en el árbol y verde púrpura cuando está maduro, con tamaño pequeño a mediano y contenido de grasa cercano al 20%, la semilla es de tamaño mediano con adherencia media a la pulpa (Lemus *et al.*, 2005).

Actualmente en el departamento del Tolima, específicamente en el municipio de Fresno, el sistema productivo de pequeños productores de aguacate, siembra en asocio con café, guanábana y plátano e incluyendo varias cultivares de aguacate como: Fuerte, Hass y Lorena en una misma parcela; mientras que los productores extensivos, lo manejan como sistema de monocultivo en parcelas con una solol cultivar de Hass o Lorena. La densidad de siembra en ambos sistemas de producción mencionados, es de 156 arboles/ha, con distancias de 8x8 m, con interacción de coberturas vegetales en condiciones agroecológicas favorables para el cultivo, con una temperatura promedio de 22,14±0.16 ^{0}C y humedad relativa de 78,36±1.46 % para el segundo semestre del 2012 y una temperatura promedio del 21,71±0.1 0C, y humedad relativa de 85,29±0.37% para los primeros cuatro meses del año 2013 (Caicedo *et al.,* 2013).

Los frutos de aguacates son de alto valor nutritivo, porque proporciona minerales como cobre, fósforo, hierro, magnesio, manganeso, potasio, sodio y zinc; posee 12 de las 13 vitaminas conocidas, altas proporciones de vitamina E, B1, B2, B3, B6, folato y acido pantoténico y posee ácidos grasos mono y polinsaturados que ayudan a limpiar el sistema circulatorio (Osio, 2006).

Según datos de la Organización Americana de Alimentos, la producción mundial de aguacate en el año 2011 fue de aproximadamente 4.119.486 toneladas. Colombia ocupó el quinto lugar en producción, con alrededor de 215.322 mil toneladas, después de México, Chile, Indonesia y República Dominicana y por encima de Brasil (FAO, 2013).

De acuerdo al consumo mundial de aguacate entre 2001 y 2011, pasó de 482 a 675 gramos por habitante/año, lo que significó un crecimiento del 39,9%, convirtiéndolo en uno de los mercados del sector de alimentos con mayor dinámica (Yabrudy, 2012). Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia para el año 2011 obtuvo una

producción de 215.095 t. con un rendimiento promedio nacional de 8.774 kg/ha y poseía un área sembrada en aguacate de 24.514 hectáreas (ha) distribuidas en 22 departamentos de los cuales se destacaban: Tolima, seguido de Bolívar y Antioquia (MADR, 2012).

El departamento del Tolima es el mayor productor de aguacate en nuestro país con una participación de producción del 27,1%, con 6,810 ha sembradas, rendimiento de 8,5 t/ha y producción anual de 58,310 t (MADR, 2012). Los municipios con mayor producción son Fresno (36%), Mariquita (28,1%), Falán (8,0%), Alvarado (7,9%) y Palocabildo (2,6%) (MADR, 2012).

El cultivo del aguacate representa una de las principales actividades económicas en el municipio de Fresno (Tolima) (Secretaria de Agricultura del Tolima, 2011), 2.010 familias se benefician de este cultivo, generando ingresos al municipio aproximadamente de $ 15.474´000.000.

Actualmente se está desarrollando la apertura del mercado de las pulpas de aguacate como base de productos untables (materia prima para preparar guacamole), tanto fresco como congelado. Otra opción es el aceite extra virgen de aguacate, cuyo uso culinario lo convierte en un buen sustituto del aceite de oliva (Vega, 2012).

El aguacate deshidratado en polvo es una buena alternativa para la industria de esta fruta dado que esta presentación le brinda la posibilidad de extender su vida útil (Olaeta, 2003). Por otro lado el montaje de plantas para el procesamiento de pulpa, extracción de aceite y la misma producción de polvo de aguacate, se convierten en una opción viable con el fin de dar impulso al sector aguacatero en Colombia; varios han sido los departamentos que le están apostando como alternativa de desarrollo rural: Tolima, Antioquia, Caldas, Quindío, Risaralda, Cauca y Santander han iniciado procesos interesantes (Vega, 2012).

Los rendimientos promedio de aguacate en el Tolima han disminuido (MADR, 2012) y posiblemente las moscas blancas representan una de las limitantes para la producción de aguacate (Sánchez, 2005); si se tiene en cuenta las altas poblaciones de moscas blancas en el 100% de las fincas del norte del Tolima (Segura *et al.* 2012).

2.2. Las moscas blancas (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae) en el cultivo del aguacate

Las moscas blancas pertenecen al orden Hemíptera, compuesto por más de 30.000 especies de insectos fitófagos, actualmente se consideran tres sub-ordenes: Auchenorrhyncha, Heteróptera y Sternorrhyncha, este ultimo suborden incluye la superfamilias: Aphidoidea, Psylloidea, Coccoidea y Aleyrodoidea (Borror *et al*., 1992).

La superfamila Aleyrodoidea está compuesta por la familia Aleyrodidae que cuenta con 166 géneros que comprenden 1.551 especies (Evans, 2008); esta a su vez se divide en 3 subfamilias: Aleurodicinae, Udamosellinae y Aleyrodinae (Martin y Mound, 2007).

La subfamilia Aleurodicinae, es la más primitiva e incluye 118 especies en 18 géneros (Evans, 2008); sus individuos se caracterizan por la presencia de secreciones de cera en forma de filamentos dorsales largos o algodonosos. Los adultos son grandes, con tres o cuatro venas en las alas, se alimentan succionando savia elaborada de árboles y arbustos (Caballero, 1992). La subfamilia Aleyrodinae es la más evolucionada e incluye 1.424 especies en 148 géneros (Evans, 2008); sus ninfas se caracterizan por presentar secreciones no largas y dorsales, a veces con secreciones cortas marginales de color transparente, amarillo o negro y se alimentan principalmente de plantas herbáceas (Caballero, 1992).

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

2.2.1. Distribución geográfica de moscas blancas del aguacate

Existe un complejo de moscas blancas en el Neotrópico, donde están registradas algunas especies alimentándose del cultivo del aguacate:

Paraleyrodes perseae Quaintance (1900) (citada por algunos investigadores como A*leurodes perseae*), diseminada en Cuba, México, Venezuela y Philipinas (Evans, 2008); además de *Paraleyrodes ancora* Martin (2004), distribuida en Belize y Nicaragua (Martin, 2004); *Paraleyrodes minei* Laccarino (1990) distribuida en Belize, Bermuda, Guatemala, Honduras, México y Puerto Rico y estados unidos (Martin,1996), esta misma especie ha desarrollado grandes poblaciones en San Diego (California) causando alguna preocupación acerca de su potencial económico en cítricos y aguacates (CDFA, 1991); *Paraleyrodes urichii* Quaintance & Baker (1913) incautada en intercepciones portuarias en México en aguacate (Mound y Halsey, 1978); En México y California se reporta otra especie como *Paraleyrodes bondari* Peracchi (1971), Su área de distribución actual comprende Belice, Brasil, Honduras, Venezuela, Perú, Mexico y Estados Unidos (Martin, 2004); Esta especie representa una amenaza para la producción de aguacate debido a las altas poblaciones encontradas en los cultivos. Debido a que esta especie en la actualidad es una de las más móviles del género *Paraleyrodes* (Leibee, 2012), en California se presentaron desde hace 6 años de forma esporádica distribuidas en bajos niveles, y hoy funcionarios del Departamento de Agricultura en Hawái monitorean esta especie (Stocks, 2012). Véase distribución Neotropical del género de *Paraleyrodes* spp. **(Figura 1).**

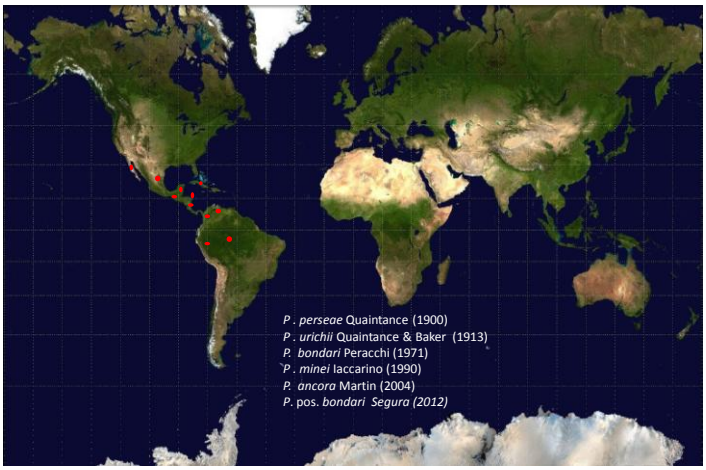


Figura 1. Distribución Neotropical de las moscas blancas del género de *Paraleyrodes* spp. Fuente: Consulta bibliográfica en este trabajo de investigación.

La especie de mosca blanca *Aleurovitreus insignis* Bondar (1923) citada por algunos investigadores como *Aleurodes insignis* asociada al cultivo de aguacate, se distribuye en Belize, Brazil, Costa Rica y Venezuela (Martin, 2005).

La especie *Tetraleurodes perseae* Nakahara (1995) originaria de México y América Central, es diseminada por la actividad comercial entre México y el Salvador, registrada en cultivos de aguacate en San Diego (California) desde 1982 sin considerarse de importancia económica por su excelente manejo mediante el control biológico y por ser esta especie poco volátil y tener menos capacidad de generar altas poblaciones (Hoddle, 2006).

En Michoacán-México en un estudio sobre control químico de mosca blanca se encontró a la especie *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (1856) asociada a cultivo de aguacate (Hernández y García, 2011).

En países del viejo mundo como: Irán, Israel, España, Siria; Turquía , Hong Kong y Hawái productores de aguacate registraron la presencia de *Paraleyrodes minei* Laccarino (1990) (Martin, 1996).

En Colombia se han registrado 5 especies de moscas blancas asociadas al cultivo del aguacate: *Tetraleurodes* sp. Quaintance (Gallego y Veléz 1992) y *Aleurodicus pulvinatus* Maskell (1895) (Posada 1989), *Paraleyrodes citricolus* Costa Lima (1928) (Martin y Mound 2007), *Aleurovitreus* sp. y *Paraleyrodes* sp. (Segura *et al.,* 2012), siendo los dos últimos géneros, identificadas en el norte del Tolima aun sin definir la especie.

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

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

En condiciones de casa de malla con una temperatura promedio de 22,14±0.16 ^{0}C y humedad relativa de 78,36±1.46 %, el municipio de El Fresno Tolima; Quiroga (2014)

encontró que los huevos presentan una coloración blanco lechosa, son de forma ovalada; a medida que se van desarrollando toman una coloración amarillo-dorado y son de forma cóncava (media luna). Miden 0,240 ± 0,1 mm de largo y 0,111 ± 0,001 mm de ancho **(Figura 2a).**

Instares ninfales**:** Una vez se origina la eclosión del huevo, se da origen a una ninfa hexápoda móvil oval de color verde amarillento que se distribuye sobre el envés de las hojas maduras de todos los estratos del árbol de aguacate y dura 5 días en este estado; periodo durante el cual pierde al final las patas, para fijarse al envés de la hoja y cambiar a un color negro, parecida a una escama y rodeada de un anillo de cera blanca; en esta forma inmóvil pasa dos estadios más de 6-7 días, alimentándose de la savia y es en esta fase donde provoca el mayor daño al árbol de aguacate (Sánchez, 2005).

De acuerdo al estudio en condiciones de casa de malla realizado por Quiroga (2014), la ninfa recién emergida, se mueve para localizar el sitio de alimentación; es el único estadio inmaduro que hace este movimiento y se le conoce como gateador **(Figura 2b)**. De allí en adelante la ninfa es sésil. Tiene forma oval, con la parte distal ligeramente más angosta. Es translúcida y con algunas manchas amarillas. Mide 0,331 ± 0,001mm de largo y 0,189 ± 0,001 mm de ancho

La ninfa de segundo instar es translúcida **(Figura 2c)**, de forma oval, con bordes ondulados e inicia la producción de cera. Las ninfas de primer y segundo instar se ven con mayor facilidad si se usa una lupa de 40 aumentos. Miden 0,536 ± 0,009 mm de largo y 0,336 ± 0,006 mm de ancho.

La ninfa de tercer instar es oval, aplanada y translúcida, semejante a la de segundo instar. El tamaño aumenta. Se observa con facilidad sobre el envés de la hoja sin necesidad de lupa. Aumenta la producción de cera. Miden 0,677 mm ± 0,013 de largo y 0,393 mm ± 0,008. de ancho **(Figura 2d)**.

Estado de pupa: Las pupas de *Paraleyrodes* spp. Denominada también ninfa de cuarto instar, es oval, casi transparente. Según Quiroga (2014) a medida que avanza su desarrollo se torna opaca y en ese momento se le da el nombre de “pupa”. Presenta hilos de cera de mayor abundancia. De perfil luce elevada con respecto a la superficie de la

hoja. En las pupas más desarrolladas próximas a la emergencia de adultos, los ojos se observan con facilidad. Miden 0,821± 0,004 mm de largo y 0,487 ± 0,004 mm de ancho **(Figura 2e)**.

Las pupas de la subfamilia Aleurodicinae, en su dorso poseen poros compuestos de gran tamaño alineados a lo largo de la sub margen. También el orificio vasiforme y la lingula están bien desarrollados, pero no muestran variación interespecífica en relación al género *Aleurodicus* spp. La variación en el tamaño y la morfología interna de los poros compuestos con células redondas concéntricas es notable en las especies de *Paraleyrodes* spp. y es útil en taxonomía para la identificación provisional de especies (Stocks, 2012).

Las especies de *Paraleyrodes* son más pequeñas que las especies relacionadas de *Aleurodicus*, con pupas maduras de 1 mm de largo. Las pupas son ovaladas y de color amarillento traslúcido (Stocks, 2012).

Estado de adulto: De acuerdo al estudio en condiciones de casa de malla realizado por Quiroga *et al.,* 2014, el proceso de emergencia del adulto tarda aproximadamente 30 minutos. Las alas están plegadas, el abdomen presenta una coloración roja. La salida del adulto deja una marca en la exuvia en forma T. El tiempo en extender las alas esta cerca a los 45 minutos; las alas son traslúcidas inicialmente, pero con el tiempo van tomando una coloración blanca. La forma de punta en el abdomen de las hembras es un criterio que puede marcar diferencia con los machos, adicionalmente al tamaño, siendo las hembras más grandes **(Figura 2f)**.

Los adultos miden cerca a 1±0,005 mm de longitud, y tienen un cuerpo amarillo opaco con alas blancas. Dos bandas grises oblicuas se sitúan en cada ala anterior, y convergen hacia la línea media de tal manera que parece formar una "X" modelo, con el centro de la "X" que falta. El género *Paraleyrodes* sp. difiere de casi todos los demás moscas blancas en que las descripciones de las especies se basan en la morfología de las estructuras reproductivas de los machos adultos (Martin, 2004; Stocks, 2012).

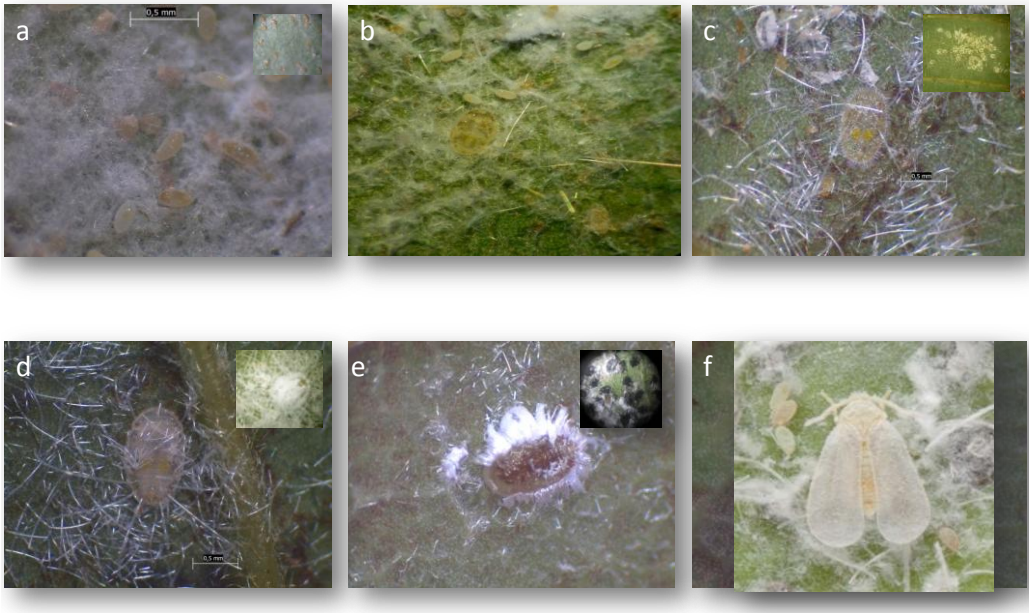


Figura 2. Descripción de los estados biológicos de *Paraleyrodes* sp. : **a)** Huevos **b)** Ninfa instar uno Móvil **c)** Ninfa instar dos sésil **d)** Ninfa instar tres sésil **e)** Pupa **f)** Adulto. Fuente: Caicedo 2014.

2.2.3. Ciclo de vida de *Paraleyrodes* sp.

El ciclo total de desarrolló de mosca blanca en condiciones de laboratorio (22,09°C y 78% HR) duró 27,7 días ± 0,18 (n=10); Así: de huevo a ninfa_1 8,00 días ± 0,0813 (n=11); de ninfa uno a ninfa dos 3,45 días ± 0,131 (n=11); ninfa dos a ninfa tres, 4,45 días ± 0,110 (n=11); ninfa tres a ninfa cuatro (Pupa) 5,10 días ±0,110 (n=10); y de ninfa cuatro a adulto 6,60 días± 0,189 (n=10) (Quiroga, 2014).

2.2.4. Daños ocasionados por las moscas blancas del aguacate

La moscas blancas *Paraleyrodes* sp. y *Aleurovitreus* sp. encontradas en huertos de aguacate en el municipio de Fresno (Tolima), representan una limitante para la producción (Sánchez, 2005) debido a los daños ocasionados por este insecto, similares a los registrados por Martin y Mound (2007) como son: succión de la savia en el envés de la hoja por las ninfas, manifestando la planta un debilitamiento, marchitamiento y clorosis. Otro daño indirecto sucede en el proceso de alimentación, cuando los adultos y ninfas excretan sustancias azucaradas que propician el crecimiento de un hongo saprófito, el

cual según Sánchez (2005) produce fumagina negra que tiene un efecto adverso en la fotosíntesis, impidiendo la entrada de luz a la superficie foliar y asi mismo en el municipio de el Fresno (Tolima) se presenta esta patologiía **(Figura 3).**

Figura 3. Daño indirecto en el envés de la hoja de aguacate ocasionado por ninfas de *Paraleyrodes* sp. segregando sustancias azucaradas que propician el crecimiento de fumagina. Fuente: Caicedo 2014.

2.2.5. Manejo y estrategias de control de la mosca blanca

La principal estrategia de manejo de las moscas blancas en el municipio de Fresno, es el control químico lo que conlleva a un riesgo ambiental y de salud humana, además del incremento en los costos de producción y posibles problemas de resistencia genética de estas poblaciones a insecticidas sintéticos (Bermeo *et al.*, 2010).

Para la protección integrada en el cultivo de aguacate se requiere disponer de métodos de muestreo relativamente sencillos y fiables que permitan cuantificar las poblaciones de moscas blancas, conocer la distribución en campo, el nivel de daño económico (NDE) y establecer cuando iniciar una acción de control (UA) ya sea de tipo cultural, biológico o químico.

2.2.5.1. Muestreo

Entre las técnicas de muestreo mas empleadas para determinar las densidades poblacionales de los insectos que exploran hojas como substrato para alimentarse están: golpeteo de hojas en bandeja de fondo blanco (Pedigo, 1988; Gusmão, 2000); conteo directo de los insectos (Paula *et al.,* 1998; Gusmão, 2000); estimación visual del numero de ninfas en un area estándar preestablecida en cm^2 (Bueno *et al.*, 2005) y colección de hojas en bandeja plástica para conteo de hojas sintomáticas por succión del insecto (Waquil, 1997).

Estos muestreos y monitoreos se realizan con el fin de evaluar la dispersión y fluctuación poblacional del insecto plaga en las distintas alturas del árbol (Larral y Ripa, 2009), esto con el fin de: a) entender el comportamiento básico de la especie (Ives y Moon, 1987; Buntin, 1994; Davis, 1994), b) transformar datos para el análisis estadístico para obtener el rango promedio en que fluctúan las poblaciones en la zona (Ives y Moon, 1987), c) seleccionar un patrón óptimo de muestreo (Duque, 1986; Ives y Moon, 1987) d) determinar un tamaño óptimo de muestra (Buntin, 1994; Davis,1994) y e) desarrollar un programa de muestreo (Buntin,1994; Davis, 1994) y a futuro para identificar zonas de control eficiente en la planta hospedera.

El muestreo de insectos plaga puede ser realizada siguiendo dos planos: secuencial o convencional (Sterling *et al.,* 1983). El plano de muestreo secuencial se caracteriza por la evaluación de un número variable de muestras que permite clasificar rápidamente las densidades de poblaciones en categorías como: baja, media o alta, o simplemente indicar si se debe o no realizar control de determinada plaga (Farias, 1996).

Un plano de muestreo convencional usa un número fijo de muestras por unidad de área, adoptando procedimientos fijos a ser seguidos gastando un tiempo de muestreo superior con respecto al menor tiempo usado en el muestreo de plano secuencial. Un plano de muestreo convencional es estratificado en cuanto a la selección de las muestras, eligiendo las más representativas y representa un punto inicial para la toma de decisiones en programas de manejo integrado de plagas (MIP) ya que permite la determinación de parámetros esenciales para la toma de decisiones como: el nivel de daño económico (NDE), la mejor unidad muestral y técnica de muestreo, además de servir como parámetro

de validación de los planos de muestreo (Farias, 1996; Nault y Kennedy, 1996; Gusmão, 2000).

Una técnica de evaluación muestral que mejor estime la densidad poblacional del insecto debe considerar: la precisión, el costo y el tiempo del muestreo respectivamente, además de la distribución estadística de los datos tomados en el muestreo y los modelos teóricos espaciales de dispersión que siguen las poblaciones de insectos plaga, con el fin de de asegurar y anticipar una tomada de decisiones eficiente y barata (Pedigo, 1988; Shuster, 1988).

2.2.5.2. Niveles de daño económico (NDE).

La definición clásica del Nivel de Daño Económico (NDE) fue dada por Stern *et al*. (1959), citado por Pedigo *et al.* (1986), Quienes lo definieron como “la más baja densidad de población de la plaga que causará daño económico”, concepto útil para saber si una densidad de plaga causa suficiente daño para que se justifique económicamente el costo de implementar una estrategia racional de control, lo cual también permite racionalizar el control de la plaga y reducir los posibles efectos colaterales (Moreno *et al*., 2002). El NDE ayuda a definir la importancia de una especie insectil y en este caso particular la mosca blanca *Paraleyrodes* sp. no puede ser considerada como plaga, a no ser que sus daños tengan efectos de tipo económico.

2.3.5.3. Umbrales de acción (UA).

El Umbral de Accion (UA) se define como la densidad de población a la cual debe ser determinada (iniciada) una acción de control para impedir que una creciente población de plaga alcance el NDE (Stern *et al*., 1959). El umbral de acción o también denominado como umbral económico (UE), es un valor complejo que depende de estimar y predecir varios parámetros difíciles. Los más significativos de ellos incluyen 1) las variables del NDE (esto es porque el UE se basa en el NDE), 2) fenología de la plaga y del hospedero, 3) crecimiento de la población y de las tasas de daño, y 4) demoras de tiempo asociadas con las prácticas de MIP usadas.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Estimar umbrales de acción para moscas blancas (Hemíptera: Aleyrodidae) en aguacate (*Persea americana* MILL) cultivares Hass y Lorena en el norte del Tolima.

3.2. Objetivos específicos

Determinar un método de muestreo que permita estimar umbrales de acción preliminares para las moscas blancas en los cultivares de aguacate Hass y Lorena en el municipio de Fresno, Tolima.

Definir el nivel de daño económico para las moscas blancas en los cultivares de aguacate Hass y Lorena en el municipio de Fresno, Tolima.

Establecer umbrales de acción para las moscas blancas en los cultivares de aguacate Hass y Lorena en el municipio de Fresno, Tolima.

4. Materiales y métodos

4.1. Marco geográfico (LOCALIZACIÓN)

Los experimentos se desarrollaron en el municipio de Fresno al norte del departamento del Tolima en Colombia **(Figura 4),** situado a 05°09’20’’N y 075°02’25’’W a altitudes desde 1.155 a 1.361 metros sobre el nivel del mar, con temperatura y humedad relativa promedio de 22,94±0,12ºC; 85% rrespectivamente.

Figura 4. Localización del Área de estudio donde se desarrollaron los experimentos. Fuente: https://www.tolima.net.

4.2.1. Capítulo 1. **Muestreo convencional en poblaciones naturales de *Paraleyrodes* Quaintance pos. *bondari* (Hemiptera: Aleyrodidae) en aguacate *Persea americana* Mill var. Hass y Lorena en el muncipio Fresno, Tolima, Colombia**

Luis Sigifredo Caicedo Riascos[1]; Edgar Herney Varon Devia[2]; Elena L Margarita Brochero[3];

1,3 Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Bogotá. 2. CORPOICA Nataima, El Espinal (Tolima). Correo electrónico para correspondencia. lscaicedor@unal.edu.co

RESUMEN

El municipio de El Fresno, ubicado al norte del departamento del Tolima es el segundo productor de aguacate en el país. Debido que *Paraleyrodes* Quaintance pos *bondari* constituye una de las plagas limitantes para el cultivo de aguacate cultivar Hass y Lorena en Fresno, Tolima, el objetivo de este trabajo consistió en determinar un método de muestreo en campo para estimar la densidad y disposición espacial poblacional de estos insectos en función de un área determinada y establecer umbrales de acción preliminares (UAp). Para ello se seleccionaron 9 fincas productoras realizando un muestreo general en X de 10 árboles para cada cultivar. Posteriormente se realizaron dos métodos de muestreo: el primero que consistió en la estimación visual de infestación de ninfas por área foliar de 1,25 cm^2 y el segundo, en evaluar la presencia/ausencia de ninfas en el envés de la hoja haciendo recorridos sistemáticos en bloques en el cultivo. Se evaluó la distribución de las colonias de ninfas de moscas blancas por árbol, inspeccionando 3 ramas de 1 m de largo y en ésta, 5 brotes y 5 hojas por brote, discriminando entre estrato bajo, medio y alto. Los porcentajes de infestación total correspondieron a 31,88±1,2% para Lorena y 15,64±1,8% para Hass, encontrando diferencias significativas entre cultivares ($p \leq 0,05$). La distribución de Poisson, el índice K de la distribución negativa y el parámetro b estimado de la ley del poder de Taylor permitió definir un patrón de distribución agregado de las ninfas; por lo que se sugirió un muestreo basado en la inspección de hojas intermedias y prebasales de un brote de 60 cm, tomando 5 brotes por rama del contorno del arbol. Este muestreo permitió definir tres umbrales de infestación preliminares para *P.* pos. b*ondari* en ambos cultivares, así: Umbral 1 con ≥10% hojas infestadas/rama, Umbral 2 con ≥30% hojas infestadas/rama, Umbral 3 con≥60% hojas infestadas/rama. Se logró definir un método de muestreo para *P*. pos. bondari en cultivos de aguacate de fácil aplicación por los agricultores de aguacate de Fresno, Tolima y umbrales de acción preliminares con miras a determinar el nivel de daño económico de la plaga.

Palabras claves: Mosca blanca, distribución estadística, dispersión, monitoreo.

INTRODUCCIÓN

La mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* es plaga limitante en producción de aguacate en el norte del Tolima, segundo departamento productor en Colombia. El rendimiento promedio anual ha venido decreciendo desde el 2009 (MADR, 2012) lo cual estuvo asociado a factores tanto abióticos como bióticos dentro del sistema productivo (ICA, 2012) y sumado a esto en la actualidad se reportó la presencia de la moscas blanca *Paraleyrodes* sp. (Hemíptera: Aleyrodidae) (Segura *et al.,* 2012).

Los daños ocasionados por las moscas blancas son: succión de savia por las ninfas en el envés de la hoja, manifestando la planta un debilitamiento, marchitamiento y clorosis, así mismo las excretan de sustancias azucaradas de las ninfas propician el crecimiento de fumagina negra que tiene un efecto adverso en la fotosíntesis, impidiendo la entrada de luz a la superficie foliar (Sánchez, 2005).

Hasta el momento no se conoce la eficiencia de una técnicas de muestreo para estimar las poblaciones relativas de la mosca blanca del aguacate y de acuerdo a Moura (2001), es necesario conocer la estructura de la planta hospedera, así como el comportamiento y ecología de la mosca blanca con el fin de ubicar el area real de muestreo.

El árbol de aguacate tanto en el cultivar Hass como el cultivar Lorena; presenta crecimiento morfológico determinado con estructuras vegetales en sentido horizontal como: las ramas, brotes y hojas desarrolladas de forma alterna; además de la conformación de tres estratos bajo, medio y alto en sentido vertical (Ríos *et al.*, 2005).

En condiciones de campo en el municipio de Fresno (Tolima), los adultos de mosca blanca del aguacate se alimentan y ovipositan preferiblemente en el envés de las hojas más nuevas, mientras que las colonias de ninfas se pueden observar en hojas mas adultas, tal como lo reporta Sánchez (2005), Martin (2006) y Martin & Mound (2007). En las estructuras del árbol de aguacate como ramas y brotes, no se ven infestadas todas sus hojas en su totalidad por las colonias de ninfas, y el fenómeno es observado en todo el contorno del árbol en el 100% de los árboles revisados por finca (Segura *et al.,* 2012).

El anterior patrón de distribución y comportamiento de este insecto, conduce a inferir que pueden existir diferencias en cuanto la representatividad muestral de las hojas localizadas a diferentes alturas del dosel del árbol y sus diferentes estructuras; por tanto es necesario conocer cuál es la unidad específica de muestreo que representa la infestación real de la mosca blanca del aguacate.

Los datos generados en un muestreo pueden ser distribuidos con diferentes frecuencias (es decir frecuencias observadas) por ser influenciados por los diferentes comportamientos de desplazamiento, alimentación y cópula de los insectos en la planta en un area cultivada. Por tanto se debe conocer la distribución teórica estadística de las poblaciones del insecto para garantizar un plan de muestreo (Cho, *et al*., 1995).

En términos generales una plaga puede estar dispersa en forma uniforme, aleatoria o agregada y los conteos de insectos realizados extensivamente en un area determinada en campo se ajustarán, en cada caso, a las distribuciones de probabilidad Normal, Poisson o Binomial Negativa, respectivamente (Southwood, 1978).

Cuando no se cumplen los parámetros condicionales de la distribución normal o se tienen serias dudas de la distribución de los datos colectados en campo, se cuenta con pruebas no paramétricas, que mediante la transformación angular de datos que logran aproximar los datos a una distribución normal, entre estos procedimientos se destaca el Test de Wilcoxon que compara dos muestras y el Test de Kruskall & Wallis que compara más de dos muestras (López., *et al* 2001).

Una distribución de Poisson, es una función de enlace logarítmica, $n = log(E(y))$ en donde "y" es el número observado, y con una corrección por sobredispersión, que permite modelar una distribución Poisson aún cuando la varianza es mayor que la media, lo cual puede ocurrir cuando la distribución de la plaga es de contagio, presentando un valor mayor que 1 para el parámetro de sobredispersión. En casos de sobredispersión (La varianza mayor a la media) muy alta el modelo puede ser mejorado suponiendo una distribución Binomial Negativa, con función de enlace logarítmica y un valor K (parámetro de agregación) calculado como el promedio de los valores de todos los estratos de los árboles y todas las fechas de muestreo (Basso *et al.*, 2001).

Asumiendo que los muestreos se realicen sin que se alcance un ataque uniforme, la distribución de la plaga puede ser aleatoria, caso en el cual la relación varianza/media produce un cociente de uno, o agregada, lo cual producirá un cociente mayor que uno. El cociente calculado para una muestra, denominado Coeficiente de Dispersión (Sokal y Rohlf, 1979), cuya fórmula es, $CD = S^2/X$ donde S^2 y X son la varianza y la media de los conteos respectivamente, puede superar el valor uno cuando la distribución es del tipo Binomial Negativa. Esta distribución, que ha sido referenciada por múltiples autores para el uso en plagas agronómicas (Taylor, 1984), depende de dos parámetros: la media de los conteos y K. Este último parámetro toma valores cercanos a cero cuando la varianza es mayor que la media (distribución agregada), y valores muy grandes cuando la varianza y la media tienden a ser iguales (distribución aleatoria). El estimador de momentos para K es: $K'' = X^2/(S^2-X)$, cuyos parámetros son α y β de la relación empírica $S^2 = \alpha + X^\beta$ (Taylor, 1961).

Otra forma de estimar el índice de dispersión es calculado mediante la ley del poder de Taylor, donde el valor de b de la regresión entre los logaritmos de la media de los insectos por foliolo y el logaritmo de la varianza de los insectos por foliolo, pueden considerarse como una medida de agregación (Pedigo y Zeiss, 1996). En consecuencia si se obtiene una pendiente (b) menor a 1, se entiende que el insecto está disperso uniformemente; si es igual a 1, indica dispersión al azar y si la pendiente es mayor a 1 indica agregación.

Con el propósito de orientar estrategias de vigilancia y control integrado de la mosca blanca del aguacate, se diseño un método de muestreo que permita estimar umbrales de acción preliminares para las moscas blancas en los cultivares de aguacate Hass y Lorena en el municipio de El Fresno (Tolima).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio. El estudio se realizó en fincas de aguacate con presencia de colonias de ninfas de mosca blanca en el municipio de Fresno (Tolima) situado a 05°09'20''N y 075°02'25''W en un rango de altitud entre 1.095 a 1.361 m.s.nm.

El experimento se realizó del 18 de Agosto al 21 de Noviembre del 2012, con una temperatura de 22,14^{0}C, y humedad relativa de 78,36%, la precipitación promedio mensual fue de 77,18 mm cuyo régimen pluvial fue regular con lluvias repartidas en los meses y una radiación promedio mensual de 223,602 wat m^2/mes, velocidad del viento promedio mensual 0,09 km/h y punto de rocio promedio mensual de 17,84^{0}c. Los datos aquí reportados se tomaron de estaciónes climatológicas WatchDog® serie 2000 de Spectrum tecnologies, Inc.

Se realizó una colecta de especímenes de ninfas y adultos de moscas blancas recolectadas del envés de las hojas de aguacate de el cultivar Hass y Lorena e individualizó los especímenes para introducir en viales con alcohol al 70% (Hodges y Evans, 2005), según el cultivar de aguacate.

Inicialmente la determinación taxonómica de las colonias de ninfas de moscas blancas encontradas en el municipio de Fresno (Tolima) se realizó a partir del análisis de caracteres morfológicos cotejando con claves taxonómicas de campo para inmaduros de moscas blancas de América (Caballero, 1994) y posteriormente se enviaron al taxónomo experto John Albeiro Quiroz Entomólogo de la Universidad Nacional sede Medellín para confirmar el género y posibles especies.

Para conocer la distribución vertical de las ninfas de mosca blancas se realizo un muestreo general durante un mes consistente en la selección de 9 fincas de aguacate con infestación de colonias de ninfas de mosca blanca en el municipio de Fresno (Tolima), localizadas en un rango de altitud entre 1.095 a 1.361 m.s.nm. (Anexo 1). En cada finca se seleccionaron un numero de muestras de 10 árboles de cultivar Hass y 10 árboles de cultivar Lorena de acuerdo la norma NOM-066-FITO-2002 (SAGARPA, 2002).

El recorrido en cada una de las fincas fue sistemático en X supervisando 30 hojas en cada estrato inferior, medio y alto de los arboles de aguacate dado que según Larral y Ripa (2009) se debe muestrear el estrato bajo y/o medio del árbol en un plan de muestreo con el fin de conocer loas niveles de infestación a nivel de estratos del árbol.

La variable a medir fue el porcentaje de hojas infestadas por estrato del árbol, cultivar y altitud (m.s.n.m.) según la ubicación de cada una de las fincas expresada en % nivel de infestación/finca.

Para definir la distribución vertical según la altitud de las fincas (m.s.n.m.) con respecto a los niveles de infestación se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.2 (2009), PROC REG - Regresión lineal simple entre niveles de infestación (Y) Vs altitud m.s.n.m (X)

Por otro lado los datos colectados en campo se procesaron mediante la transformación angular que logran aproximar los datos a una distribución normal, mediante el Test de Wilcoxon que compara dos muestras (Cultivares de aguacate) y el Test de Kruskall & Wallis que compara más de dos muestras (Estratos del árbol) (López *et al.,* 2001).

Se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.2 (2009), PROC NPARWAY WLCOXON ANOVA - Wilcoxon Test _ t aproximación para comparación de medias entre cultivares de aguacate, Kruskal-Wallis Test para comparación entre estratos de los arboles.

Para conocer la distribución horizontal de las ninfas de mosca blancas y la unidad de muestreo, se realizo un muestreo durante 3 meses, basado en estimar la densidad de ninfas de mosca blanca en cada hoja de aguacate, donde se compararon dos métodos de conteo:

Método uno: consistente en la estimación visual del porcentaje del área de la hoja infestada (ocupada) por ninfas de diferentes instares en un área estándar preestablecida (Bueno *et al*., 2005) de 1,12 cm x 1,12 cm dando una cobertura de 1,25 cm^2, con el fin de determinar la densidad del área ocupada por ninfas en cuatro sitios; así los resultados se registraron como % de área afectada de la hoja/cm^2 **(Figura 5).**

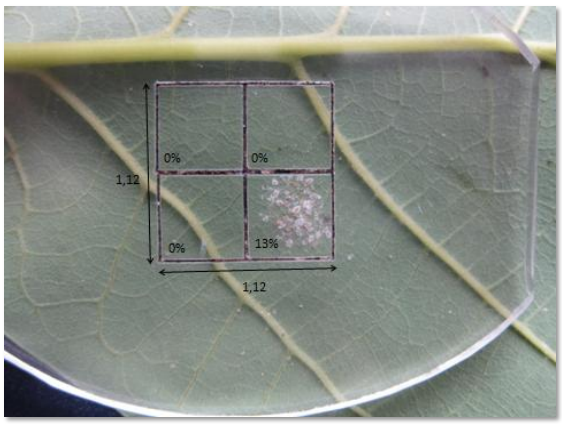


Figura 5. Estimación visual del porcentaje del área de la hoja (ocupada) infestada por ninfas de la mosca blanca del aguacate de diferentes instares en un área estándar preestablecida de 1,12 cm x 1,12 cm dando una cobertura de 1,25 cm^2; nótese en el lado inferior derecho un 13% del área infestada en uno de los cuadrantes. Fuente: Caicedo (2014).

Método dos: Se observó la presencia o ausencia de colonias visibles en el envés de la hoja que indicó una hoja infestada por la mosca blanca, ya que según Southwood y Henderson (2000) es posible calcular el porcentaje de hojas infestadas por ninfas visibles (Tercer o cuarto instar) y tomarlo como criterio de decisión para hacer control de la mosca blanca **(Figura 6).**

Figura 6. Estimación de ninfas teniendo cuenta la presencia o ausencias de colonias visibles en cada área de los cuatro cuadrantes de la hoja evaluada. Fuente: Caicedo (2014).

Con respecto al número de muestras se supervisaron 10 árboles para el cultivar Hass y 10 para Lorena (SAGARPA, 2002), por cada finca. Para este caso el recorrido en cada

una de las fincas fue sistemático en bloques (Cardona *et al.* 1993) para aplicación del método 1 y 2 de estimación de densidad de ninfas.

Se superviso el estrato bajo y medio del árbol (Larral y Ripa, 2009), del cual se tomaron 3 ramas de 1m de largo del contorno del árbol, en cada rama 1 brote de 60 cm (Hernández y García, 2011) que de acuerdo a la ubicaión de la rama se encontraron a 120^0, 240^0 y 360^0 del contorno dei árbol y posteriormente se aumento a 5 brotes/rama siempre con 5 hojas /brote de 60 cm.

Los datos obtenidos se registraron en una base de datos teniendo en cuenta: la finca, el cultivar de aguacate, el estrato del árbol, el número de brotes y el número de hojas según su disposición en el brote de 60 cm.

Las variables medidas fueron: % de hojas infestadas /estrato/brote/rama, % de estimación visual (1,25 cm^2) y No. de ninfas encontradas en esta misma area de 1,25 cm^2.

Se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.2 (2009): PRO GLM LSMEANS - Interacción entre brotes y hojas con prueba de cuadrados mínimos comparación de t de Student.

Para analizar la dispersión de las colonias de ninfas de mosca blanca se analizaron los datos de conteo obtenidos del método dos (% de estimación visual en un area de 1,25 cm^2) una vez estos datos se correlacionaron entre el % de estimación visual (1,25 cm^2) Vs No. de ninfas encontradas en esta misma area de 1,25 cm^2.

El patrón de distribución espacial de ninfas en el universo de muestreo se estimó a través de: Distribución Binomial y distribución Poisson mediante el cálculo de Chi-cuadrado, además de la relación varianza/promedio de la densidad de ninfas por hoja y el parámetro *b* de la ley de poder de Taylor (LPT). Se interpretó en consecuencia que si se obtiene una pendiente menor a 1, se entiende que el insecto está disperso uniformemente; si es igual a 1, indica dispersión al azar y si la pendiente es mayor a 1 indica agregación; la LPT presenta altos coeficientes de correlación y proporciona un mejor ajuste *d*e los datos, especialmente con un bajo rango de densidades medias (Buntin, 1994; Davis, 1994).

Se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.2 (2009):PROC CORR - Correlación de Pearson entre el % de estimación visual (1,25 cm^2) Vs No. de ninfas, PROC GENMOD - Distribuciones de probabilidad teóricas Poisson, Binomial negativa para definir la dispersión de la plaga; Así el modelo empleado fue $\eta = \beta_0 + \alpha_i + \gamma_j + \delta_k + (\alpha\ \gamma\ \delta)_{ijk,}$ donde η = numero de conteos, β0= 1, 2,3…..9 fincas de referencia; i= 1,2 y 3 (Estratos); j = 1 , 2, y 3 (Brotes);k= 1,2,3,4 y 5 (Hojas), PROC REG - Ley del poder de Taylor con regresión lineal entre el log del la varianza Vs log media de los conteos para definir dispersión.

Se calcularon el coeficiente de variación (CV) y la varianza relativa (VR) para determinar la precisión del muestreo para los dos (I y II) métodos de muestreo.

Una vez se definió el método de muestreo; mediante un análisis de tablas de frecuencias y medidas de tendencia central, se establecieron tres rangos de clase y la amplitud de los intervalos de infestación de ninfas de mosca blanca por hoja/rama con el fin de determinar el intervalo promedio en que fluctúan las densidades de ninfas moscas blancas en la zona, fijando tres umbrales preliminares (UAp) determinados como % de hojas infestadas/rama (HI/rama).

Se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.2 (2009): PROC FREQ - Tablas de frecuencias para definir intervalos de clase de hojas infestadas/rama seleccionando 3 clases como Umbrales de acción preliminares (UAp).

Finalmente el tamaño óptimo de la muestra (n) se determinó mediante la estimación muestral (s^2) de la varianza poblacional normal, estimando el tamaño de muestra según Steel y Torrie (1985) como:

$$n = \frac{s^2 t^2_{\omega(n-1)} F_{\beta(v_1, v_2)}}{d^2}$$

En donde s^2 es la varianza poblacional normal, t es el intervalo de confianza del 0,05 estimada con los grados de libertad de la muestras a tomar, F es la probabilidad de que el intervalo de confianza no sea mayor al valor (60%) específico deseado del porcentaje de hojas infestadas/ramas por colonias de ninfas de moscas blanca, así el valor de F se estima con los grados de libertad de la muestra a tomar y los grados de libertad del total de las muestras de la población observada y d^2 es el valor específico deseado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de la mosca blanca del aguacate

Para todos los muestreos se encontró que la especie de mosca blanca *Paraleyrodes* Quaintance (Hemiptera: Aleyrodidae) correspondió al género *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* Peracchi 1971 (Hemiptera: Sternorrhyncha; Aleyrodidae) que de acuerdo a las claves taxonómicas (Caballero, 1992) y en comunicación personal del especialista John Albeiro Quiroz Entomólogo de la Universidad Nacional cede Medellín, se caracteriza por:

1. Ninfas generalmente con secreciones de cera en forma de filamentos dorsales largos; a veces cubiertas completamente con secreciones algodonosas. ninfas no mayores a un 1mm de largo **(Figura 7)** ……... (2)
2. Ninfas con filamentos dorsales, hialinos, largos …… (3)
3. Ninfas con filamentos dorsales, hialinos, largos ..... (4)
4. Ninfas aplanadas, amarillentas, con los filamentos conspicuamente largos. Ninfas elípticas, 0.87 mm de longitud y 0.54 mm de ancho, que para nuestro caso miden 0,821± 0,004 mm de longitud y 0,487 ± 0,004 mm de ancho, generalmente al inicio solitarias, colocadas en un nido de filamentos quebrados. Común en *Citrus* spp., también se encuentra en *Cassia* spp, *Capsicum* spp, *Persea* spp. y *Psidium* spp. ..... *Paraleyrodes* sp.

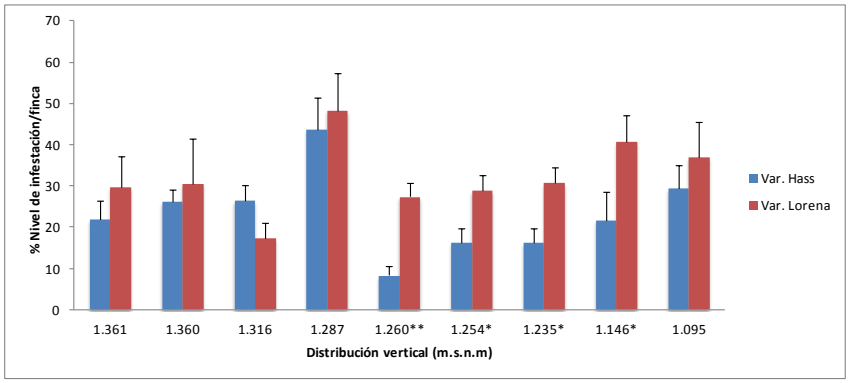
Figura 7. Ninfa de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* Peracchi 1971 (Hemiptera: Sternorrhyncha; Aleyrodidae). Fuente: Caicedo (2014).

Distribución vertical

Según el muestreo general, la variable dependiente (y) correspondiente al porcentaje de presencia de mosca blanca no se ajustó al modelo de regresión lineal (Pr > F = 0,366; r^2 = 0,11) con respecto a la variable independiente (x) de altitud expresada en metros sobre el nivel del mar de cada una de las fincas (Anexo 4).

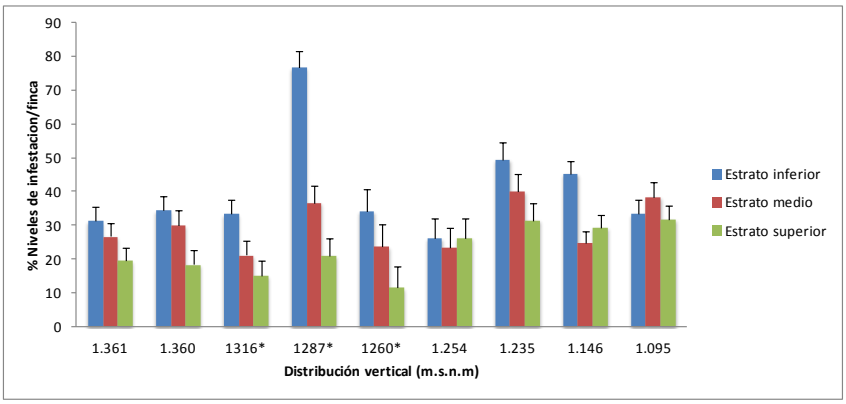
Los cambios en las densidades de las poblaciones naturales de insectos están influenciados particularmente por variables eco-geográficas como temperatura, humedad relativa y altitud (Lewis, 1997). En este caso aunque no existió una relación con las diferentes altitudes de las fincas con los diferentes niveles de infestación de la presencia de las moscas blancas encontradas en nuestro estudio, se evidenciaron diferentes niveles de infestación a lo largo de la distribución altitudinal y atribuida a diferentes practicas de manejo en cada finca **(Gráfica 1).**

De acuerdo a la prueba Wilcoxon y Kruskall_Walli (Anexo 5); de forma independiente, 4 de las fincas evaluadas presentaron diferencias significativas de infestación entre cultivares de aguacate (*p≤0,05*) **(Gráfica 1)**, entre estas mismas fincas el cultivar Lorena presentó un mayor promedio de infestación (31,88±1,2%) y el cultivar Hass el menor promedio (15,64±1,8%). Tres fincas presentaron diferencias significativas entre estratos (*p≤0,05*), el Test Kruskall_Wallis dio mayor (19) puntuación de la media de infestación al estrato inferior, seguido del estrato medio (17) para los dos cultivares evaluadas y finalmente el estrato superior con los menores niveles de infestación **(Gráfica 2)**



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

Gráfica 1. Distribución vertical de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en fincas del municipio de Fresno (Tolima), ubicadas a diferentes altitudes (m.s.n.m) y su porcentaje de infestación en los cultivares Hass y Lorena.



*** Significativo al nivel del 5% según X² Kruskall_Wallis.**

Gráfica 2. Distribución vertical de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en fincas del municipio de Fresno (Tolima), ubicadas a diferentes altitudes (m.s.n.m) y su porcentaje de infestación en los estratos del los arboles.

El comportamiento de los insectos fitófagos está determinado por la respuesta, la presencia u ocurrencia de estímulos que son predominantemente de naturaleza química, aunque también hay estímulos físicos y mecánicos. Cada insecto tiene un comportamiento fijo frente a un determinado estímulo. Así una sustancia química presente en una planta puede provocar que el insecto se sienta obligado a acercarse a ella y decidir si continua alimentándose determinado su preferencia. Se trata de una sustancia atrayente. En otros casos el efecto puede ser opuesto; entonces se trata de una sustancia repelente (Tamaki, 1977).

En este caso los menores y los mayores porcentajes (%) de niveles de infestación de ninfas de mosca blanca en el cultivar Hass y Lorena, se traducen a la preferencia por estas especies insectiles según el cultivar de aguacate y son explicados por Sierra *et al.*(2013), quienes afirmaron que los metabolitos secundarios de las hojas maduras de el cultivar Hass presentan más cantidad de terpenos y/o esteroides, compuestos que pueden actuar como repelentes para la mosca blanca, mientras que el cultivar Lorena presenta mayor porcentaje de carbohidratos totales y no reductores que son atrayentes para las moscas blancas.

Con respecto a los estratos de plantas transitorias Laurentin y Pereira, 2002; Bueno *et al.,* 2005 encontraron que la población de ninfas de mosca blancas, fue significativamente mayor en los estratos inferiores ya que este estrato fue inicialmente preferido para la

oviposicion y a medida que la plantas crecieron las ninfas aparecieron con mayores frecuencias en los estratos medios y superior.

En este caso la planta de aguacate es un cultivo perenne y de crecimiento determinado (Ríos *et al.*, 2005) por lo cual podríamos atribuir que los mayores porcentajes (%) de niveles de infestación de ninfas de mosca blanca en el estrato inferior ocurrieron como respuesta a la localización de un hábitat (micro hábitat) en donde estos individuos fitófagos encontraron la mejor combinación de factores para la oviposición y alimentación. Thompson (1988) explicó que dichos factores (Micro clima) estimulan el desplazamiento desde el estado adulto para la selección de un estrato de la planta, además de un sustrato (Envés de la hoja) para llevar a cabo la oviposición que es un punto clave, ya que de esta selección depende su supervivencia, además de este mismo sustrato depende la vida de sus estadios sésiles ninfales que finalmente tomaran el alimento.

El fenómeno de distribución similar en los estratos y proporcional en los cultivares de aguacate por las colonias de ninfas de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* observado en las fincas, dada por las condiciones de su hábitat en los árboles, nos condujeron a elegir el estrato bajo y medio del dosel de los árbol para los continuos monitoreos de nuestro trabajo de investigación.

Distribución Horizontal

Las comparaciones múltiples mediante medias de cuadrados mínimos de los valores de infestación entre brote x hoja (Anexo 6), revelaron que en ambos métodos de muestreo existe una tendencia de infestación horizontal hacia la hoja intermedia (hoja 3) y prebasal (hoja 4), en 11 comparaciones de 12 realizadas entre 5 hojas/brote según prueba t de Student **(Tabla 1).**

Tabla 1. Tendencia horizontal de infestación en hojas de aguacate por *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en un brote de 60 cm evaluados en dos métodos de muestreo.

			Medias de cuadrados minimos para el efecto BrotexHoja			
variedad	**Brote x**	**Hoja**	**Presencia ausencia**	**Pr > |t|**	**Estimacion Visual**	**Pr > |t|**
Hass	1	Apical	12,50	0,6414**ns**	0,60	0,9238**ns**
		Pos apical	12,50		0,40	
		Intermedia	13,75		0,30	
		Prebasal	16,25		0,20	
		Basal	11,25		0,20	
	2	Apical	5,00	0,6414**ns**	0,10	0,6324**ns**
		Pos apical	2,50		0,20	
		Intermedia	6,25		1,30	
		Prebasal	8,75		0,80	
		Basal	10,00		0,50	
	3	Apical	7,50	0,4849**ns**	0,20	0,7019**ns**
		Pos apical	3,50		0,55	
		Intermedia	5,00		1,00	
		Prebasal	8,75		1,60	
		Basal	5,00		2,50	
Lorena	1	Apical	2,50	1,00**ns**	0,60	0,3556**ns**
		Pos apical	15,00		0,40	
		Intermedia	2,50		3,60	
		Prebasal	2,50		2,20	
		Basal	7,50		0,97	
	2	Apical	10,00	0,3657**ns**	0,20	0,7162**ns**
		Pos apical	10,00		1,75	
		Intermedia	12,50		0,60	
		Prebasal	17,50		0,75	
		Basal	7,50		3,30	
	3	Apical	5,00	0,6506**ns**	0,20	0,0422*
		Pos apical	7,50		0,40	
		Intermedia	7,50		1,10	
		Prebasal	10,00		4,20	
		Basal	7,50		1,60	

*** Significativo al nivel del 5% según prueba t de Student.**
ns: No significativo

El anterior resultado nos condujo a muestrear un brote de 60 cm, tomando siempre las hojas intermedias o prebasales de dicho brote **(Figura 8).**

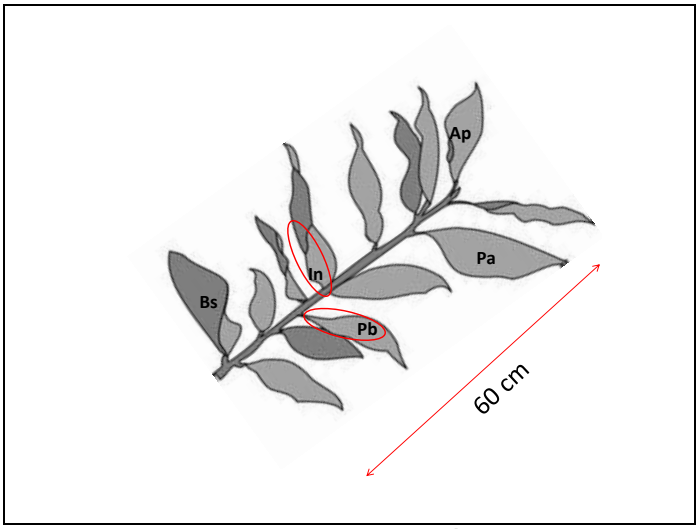


Figura 8. Brote de aguacate de 60 cm y distribución horizontal de sus hojas, **Ap**: hoja apical; **Pa:** hoja pos apical; **In:** hoja intermedia; **Pb:** hoja prebasal; **Bs:** hoja basal.

Dispersión espacial

La correlación de equivalencia entre el área visual estimada en 1,25 cm^2 y el No. de ninfas encontradas en los mismos 1,25 cm^2, fue significativa tanto para el cultivar Hass (p valor=0,0001; R^2=92) como para el cultivar Lorena (p valor=0,0001; R^2=84), lo que permitió registrar los conteos de ninfas en campo **(Tabla 2).**

Tabla 2. Equivalencias entre la estimación visual y número de ninfas encontradas en un área estándar de 1,25 cm^2 en hojas de aguacate.

Variedad	Estimacion visual del área ocupada		Número de ninfas por 1,25 cm²
	LI	LS	MC
Hass	4,00%	12,11%	9,22
	12,11%	20,22%	21,33
	20,22%	28,33%	32,78
Lorena	4,67%	11,67%	9,83
	11,67%	18,67%	18,83
	18,67%	25,67%	27,83

LI: Limite inferior de area ocupada; **LS:** Limite superior de de area ocupada; **MC:** marca de clase

Aunque en este caso no se discrimino los diferentes estadios de las ninfas de moscas blancas para el proceso de la estimación visual, Basso *et al.*, 2001 afirmaron que la observación visual puede hacer una correcta discriminación de clasificación y conteo de

cada uno los ínstares ninfales clasificados visualmente en un area determinada a partir de las mudas que produjo un 2% de observaciones reclasificadas (17/945) en función de dos variables (largo y ancho) medidas de cada individuo. Por tanto se valido el método de estimación visual del area ocupada por las ninfas de moscas blancas como opción de conteo.

La varianza de los datos de conteos de ninfas de moscas blanca fue mayor que la media y por lo tanto la distribución Binomial Negativa (Anexo 7) resultó una distribución estadística más apropiada que Poisson (Anexo 8). El número de ninfas en todos los casos de muestreo fue de interpretación agregado en los estratos, brotes y hoja prebasal **(Tabla 3).**

De forma general la distribución espacial de las ninfas fue "altamente" agregada debido a que el índice K de agregación presentó valores pequeños no mayores a 8, con mayor intensidad de agregación en los brotes ubicados a 120^0 hacia el norte debido a su menor índice de agregación (k =0,09) seguido de las hojas prebasales con un K = 0,11, encontrando un aumento de la media del No. ninfas con respecto a la hojas apicales, pos apicales e intermedia **(Tabla 3).**

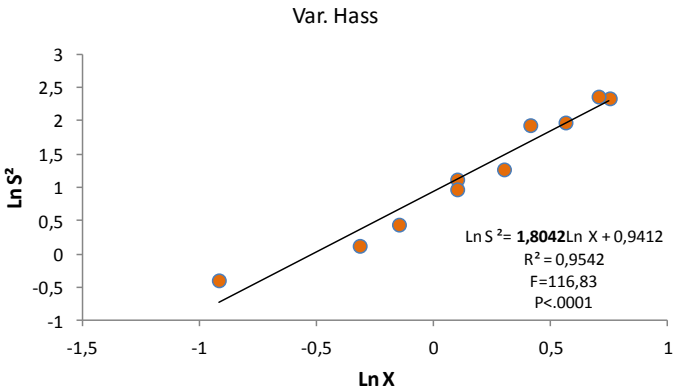
Tabla 3. Índices de dispersión obtenidos a través de pruebas de bondad y ajuste a una distribución Poisson, binomial negativa para poblaciones de ninfas de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en aguacate Hass y Lorena.

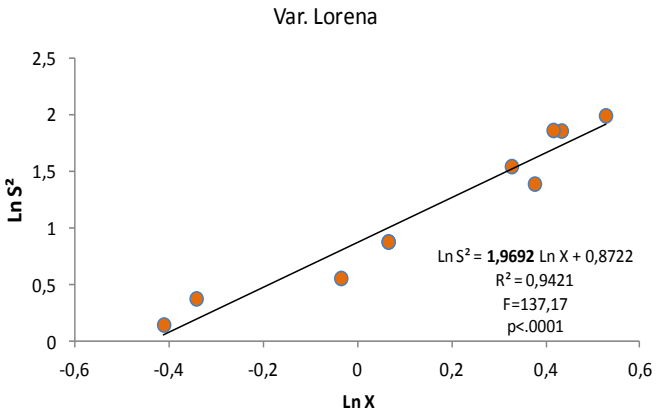
				Conteo de colonias en 1,25 cm2/hoja					Interpretación
Variable	**Nivel**	**Media**	**Varianza**	**X² para Poisson**	**Pr > ChiSq**	**X² para BN**	**K**	**Pr > ChiSq**	
Finca:				954	<,0001	103,12	0,09	<,0001	
Estratos:	Bajo	2,19	45,56	3,36	0,056	1,59	0,11	0,207	Agregado
	Medio								
Brotes:	120º	2,36	39,66	25,49	<,0001	1,57	0,09	0,210	Agregado
	240º	2,06	61,62	1,43	0,2325	0,05	0,11	0,830	Agregado
	360º								
Hojas:	Apical	1,45	32,58	121,54	<,0001	13,27	0,07	0,003	
	Posapical	1,74	38,12	26,05	<,0001	5,01	0,08	0,025	
	Intermedia	1,85	30,16	26,53	<,0001	4,04	0,12	0,044	
	Prebasal	3,01	30,21	4,43	0,0343	0,01	0,11	0,963	Agregado
	Basal								

X^2 Poisson <,0001= no se ajusta a la distribución Poisson; **X^2para BN**=Ji cuadrado de binomial negativa; **K**= índice de agregación.

Este comportamiento de dispersión insectil de la mosca blanca del aguacate *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*, ha sido encontrado en especies como *Trialeurodes vaporariorum* en donde los índices de dispersión de ninfas de ínstar 3 fue altamente conglomerada o de contagio a través del tiempo y en todos los estratos de la planta dado que el índice K de agregación presentó valores pequeños en promedio de 0,17 (estrato superior), 0,26 (estrato medio), 0,15 (estrato inferior) con mayor agregación hacia los estratos inferiores de las plantas (Basso *et al.*, 2001).

Independientemente en cada cultivar de aguacate y cada una de las fincas, las regresiones entre las relaciones logarítmicas varianza-media, mostraron que la pendiente b presentó valores mayores a 1, lo que indicó distribución de forma agregada de las ninfas de moscas blancas en los estratos bajos con b= 1,8 y b= 1,9 para los cultivares Hass y Lorena respectivamente **(Gráfica 3 y anexo 9).**

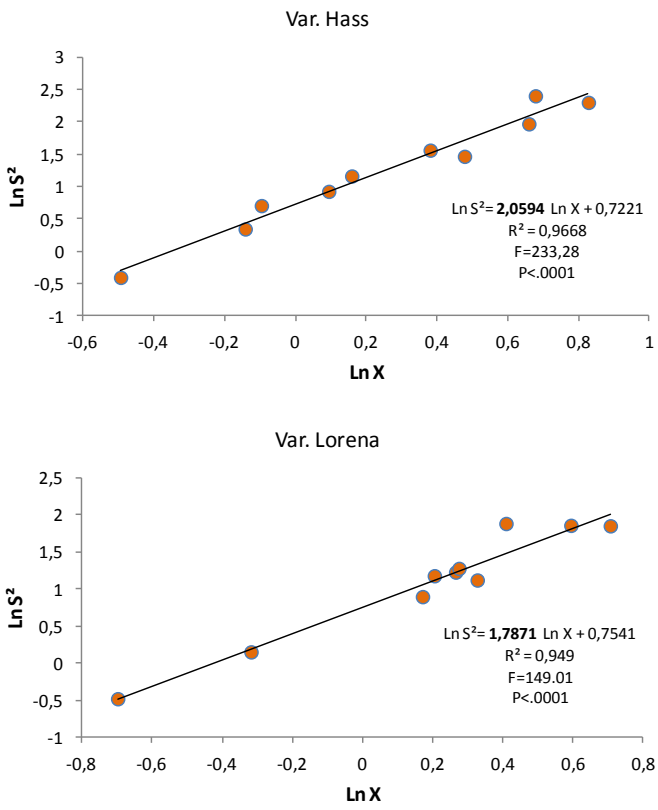




Gráfica 3. Relación entre el logaritmo de la varianza (Ln S^2) y el logaritmo del número medio de ninfas (Ln X) de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en estratos bajos de aguacate Var. Hass y Var. Lorena.

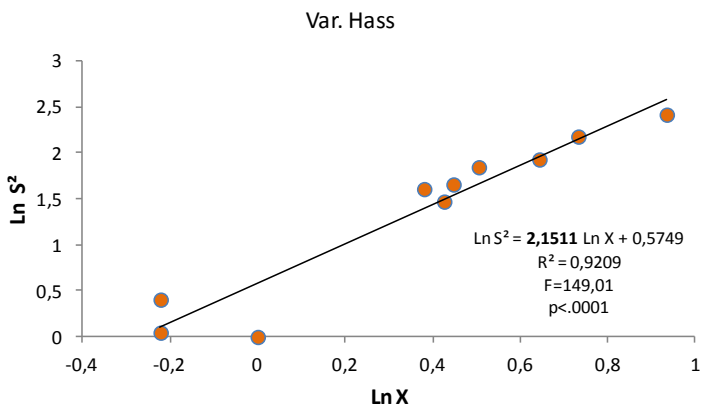
Además el fenómeno de agregación de las ninfas de moscas blancas se observó en brotes ubicados en el contorno del árbol a 120^0 con b=2,0 y b=1,7 para los cultivares Hass y Lorena respectivamente **(Gráfica 4 y anexo 10).**

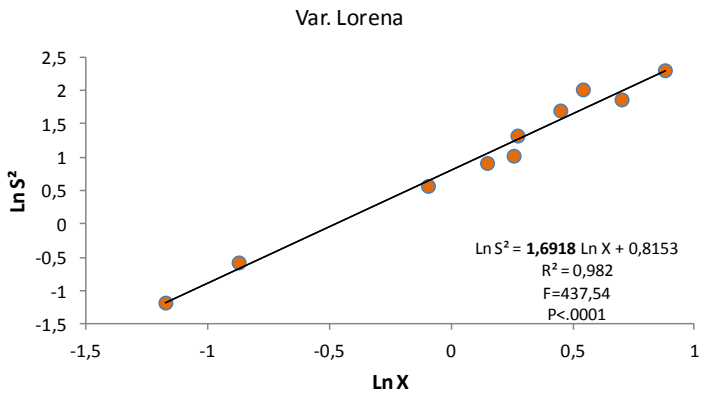
.



Gráfica 4. Relación entre el logaritmo de la varianza (Ln S^2) y el logaritmo del número medio de ninfas (Ln X) de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en brotes de aguacate Var. Hass y Var. Lorena.

Así, mismo las hojas prebasales presentaron un índice de agregación superior a 1 con b=2,1 y b=1,69 **(Gráfica 5 y anexo 11).**





Grafica 5. Relación entre el logaritmo de la varianza (Ln S^2) y el logaritmo del número medio de ninfas (Ln X) de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en hojas prebasales en un brote de 60 cm de aguacate.

En otro estudio de dispersión de *Bemicia tabaci,* la regresión entre el logaritmo neperiano de la varianza y el logaritmo neperiano de la densidad media, denominada por la Ley de poder de Taylor, fueron significativas para los datos de los muestreos tanto para: adultos (F = 7,93; n = 8; p = 0,02; b=1,09), ninfas (F = 65,46; n = 8; p< 0,0001; b=1,47) y adultos + ninfas (F = 14,55; n = 8; p = 0,0051; b=1,72) observandose que el valor de la pendiente b en la mayoría de las evaluaciones fue mayor que 1, lo que le permitió definir que todos los estados de desarrollo del insecto estuvieron de forma agregada (Moura ,2001).

Bueno *et al .,*2005 para conocer como se encontraban distribuidos especialmente los diferentes estados de desarrollo del insecto también utilizo los métodos estadísticos de la Ley del Poder de Taylor y la prueba de bondad y ajuste a un distribución Binomial Negativa; en las regresiones obtenidas por el primer método, observó que el valor de la pendiente b en la mayoría de las evaluaciones fue mayor que 1, lo que le permitió definir

que todos los estados de desarrollo del insecto estuvieron de forma agregada durante casi todo el periodo de desarrollo del cultivo.

Nuestros resultados y los presentados anteriormente por: Basso *et al.*, 2001; Moura ,2001; y Bueno *et al.,* 2005 difieren con los resultados de Yano (1983) en Japón, quien indicó una distribución al azar entre individuos o colonias de moscas blancas para todos los estados de desarrollo. Según el autor (1983) la diferencia de temperatura es una de las causas que interceden en el índice de dispersión de las moscas blancas.

La información obtenida sobre la distribución espacial de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en este trabajo de investigación es la base para definir un plan de muestreo convencional de esta plaga, incluyendo el tipo de muestreo y los tamaños de muestra para que aseguren precisión y confiabilidad en las estimaciones de la densidad poblacional.

No obstante, debido a que se han sugerido como valores de alta precisión de muestreo a varianzas relativas menores al 25%, a medida que se aumenta el número de unidad muestreal (Moura, 2001; Laurentin y Pereira, 2002; Gusmão, 2004; Bueno *et al*., 2005) se decidió aumentar el número de muestras a 5 brotes/rama observnado una hoja intermedia o prebasal **(Figura 9)**.

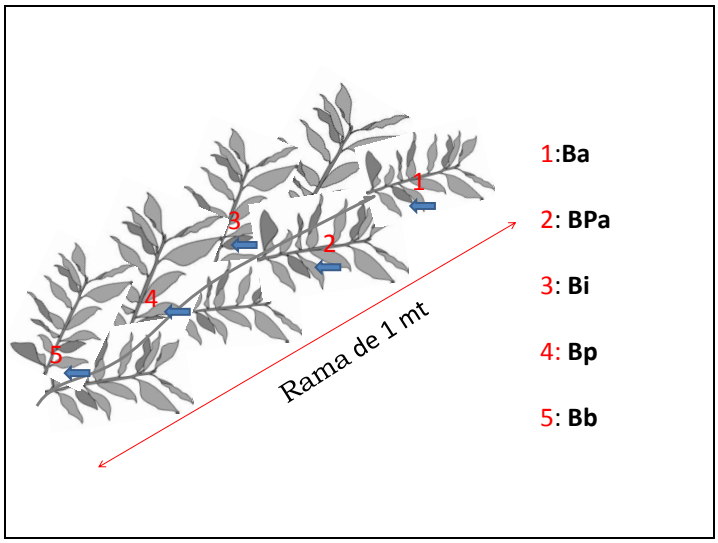


Figura 9. Rama de aguacate de 1 m de largo y distribución horizontal de sus brotes, **Ba**: brote apical; **BPa**: brote pos apical; **Bi**: brote intermedio; **Bp**: Brote prebasal; **Bb**: Brote basal.

Así, se logró obtener menores promedios de varianzas relativas (VR) de 16,42 y 13,55 para el cultivar Hass y Lorena respectivamente con el método I de estimacion visual (1,25 cm^2) y de 7,49 y 6,45 para el cultivar Hass y Lorena respectivamente con el método II de presencia/ausencia muestreando 5 brotes/rama **(Anexo 12).**

Laurentin y Pereira (2002) encontraron que el tamaño de muestra más adecuado para estudios de dinámica poblacional de este insecto fitófago es de cuatro a cinco hojas cuando se utilizan cuatro repeticiones tomadas del estrato medio y/o estrato basal de la planta dado que los coeficientes de variación relacionados al número de hojas infestadas mostró que el tamaño de muestra al aumentar de una hoja a dos, logra una disminución del 26% en el coeficiente de variación, al hacerlo de dos hojas a tres hubo una disminución del 13% , al hacerlo de tres a cuatro hubo una disminución del 8% y al hacerlo de cuatro a cinco hubo una disminución adicional del 6%. De forma similar, Moura (2001) obtuvo menores varianzas relativas para el muestreo de ninfas de mosca blanca mediante conteo directo en hojas en el tercio medio (VR = 28,20%) y basal (VR = 18,17%) a medida que aumentó el número de muestras.

Finalmente se tomó como opción elegir el método II para proceder hacer la estimación de umbrales de acción preliminares de la mosca blanca del aguacate, debido a que permite observar la presencia o ausencia de colonias visibles en el envés de la hoja, presentar las menores varianzas relativas demostrando alta precisión de muestreo, ser un método aplicable en campo ya que la toma de muestras es no destructiva y la estimación del % hojas infestadas por rama (HI/rama) procedentes de la observación de los brotes/rama resultó ser un método de fácil adherencia para los productores de la zona.

Estimación de umbrales de acción preliminares

Así con los parámetros de distribución, dispersión de la plaga evaluados anteriormente y elección de método de muestreo II, se determinó con estudio de tablas de frecuencias (Anexo 13 y 14) que el porcentaje de hojas infestadas/rama (HI/rama) de los 9 muestreos en las fincas, muestreando una hoja intermedia o prebasal de cada 5 brotes por rama, correspondió en promedio a 48,51±1,14% para cultivar Hass y 54,83±1,15% para el cultivar Lorena, lo que condujo a estimar que el umbral de acción preliminar (UAp) superaría más del 50% HI/rama .

La moda (Mo) ó sea el valor más frecuente reconfirmó lo estimado anteriormente, con una moda de 62,50 % HI/rama en el cultivar Lorena y aunque la moda de HI/rama para el cultivar Hass fue de 37,50 % en algunos muestreos en este cultivar superó más del 62% **(Tabla 4**).

Tabla 4. Medidas de tendencia central del porcentaje de hojas/rama infestadas por colonias de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en aguacate Hass y Lorena en 10 fincas del municipio de Fresno (Tolima).

Variedad	Estadísticos	% HI/rama
Hass	1. Media ($\bar{X}$)	48,51
	2. Mediana (Me)	40,69
	3. Moda (Mo)	37,50
Lorena	1. Media ($\bar{X}$)	54,83
	2. Mediana (Me)	60,66
	3. Moda (Mo)	62,50

A partir de estos resultados se propuso la definición de tres umbrales de acción preliminares fijos (UAp) e iguales tanto para el cultivar Hass y Lorena así: Umbral 1 con ≥10% hojas infestadas/rama, Umbral 2 con ≥30% hojas infestadas /rama, Umbral 3 con≥60% hojas infestadas/rama para cultivos de aguacate cultivar Hass y Lorena en el Fresno, Tolima.

Los UAp fueron iguales para las dos cultivares evaluadas, ya que según la tabla de frecuencias (Anexo 12 y 13) tanto para el cultivar hass y Lorena en algunos muestreos se dieron frecuencias absolutas mayores al 60% HI/rama. Cabe destacar que el umbral de acción fijo es más objetivo para determinar el porcentaje fijo de nivel de daño económico (NDE) aunque debe entenderse que "fijo" no significa que no pueda ser cambiado sino que puede cambiar en función de los cambios en el nivel de daño NDE que este causando un insecto plaga (Pédigo *et al*., 1986).

Tamaño de muestra

Finalmente el tamaño de muestra (N0. de Hojas/rama) para llegar a encontrar el valor máximo de umbral de acción (60% de hojas infestadas/rama) por colonias de moscas blancas, resultó ser de 5, 6, 7 y 8 observaciones (No. de ramas/árbol) suficientes para garantizar la exigencia del valor máximo de umbral de acción ≥60% hojas infestadas/rama **(Tabla 5).**

Tabla 5. Parámetros estadísticos para seleccionar el tamaño de muestra según número de ramas muestreadas en árboles de aguacate Hass y Lorena.

No. de ramas/arbol	Distribucion t	Intervalo de confinaza	No. hojas/rama
8	2,37	0,99	5,50 ≈ 5
7	2,45	0,99	5,98 ≈ 6
6	2,57	0,99	6,56 ≈ 7
5	2,77	0,98	7,68 ≈ 8
4	3,18	0,95	9,74 ≈ 10
3	4,30	0,90	16,8 ≈ 17
2	12,70	0,75	121,76 ≈ 122

Al disminuir el número de ramas/árbol muestreadas se aumenta el número de tamaño de muestra (No. hojas/rama) y la precisión disminuye al 75%, lo que conlleva a mayores esfuerzos en tiempo de muestreo y gasto de energía por parte del agricultor; por lo tanto se considera muestrear a partir de 4 ramas/árbol observando 5 hojas a lo largo de la rama bien distribuidas, tomando cada hoja prebasal de un brote de 60 cm. Con un intervalo de confianza del 0,10 se estimó que el número de árboles por hectárea para encontrar un valor que no sea mayor (60% HI/rma) es de 18 arboles/ha, que se debe tener en cuenta para este método de muestreo.

Los umbrales de acción para la mosca blanca del aguacate aún no están establecidos, por tanto se recomienda hacer uso de los UAp para evaluar el nivel de daño economico que genera.

4.2.2. Capítulo 2. **Nivel de daño económico de *Paraleyrodes* Quaintance sp. pos. *bondari* (Hemiptera: Aleyrodidae) en aguacate *Persea americana* MILL var. Hass y Lorena en el muncipio Fresno, Tolima, Colombia**

Luis Sigifredo Caicedo Riascos[1]; Edgar Herney Varon Devia[2]; Elena L Margarita Brochero[3]; Camilo Jaramillo[4]

1,3 Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Bogotá. 2. CORPOICA Nataima, El Espinal (Tolima). 4. Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá (Cundinamarca). Correo electrónico para correspondencia. lscaicedor@unal.edu.co

RESUMEN

En el norte del Tolima se ha observado la presencia de altas densidades poblacionales de mosca blanca *Paraleyrodes* Quaintance sp. pos. *bondari* en cultivos de aguacate desde el año 2009 pero se desconoce si estas poblaciones en la actualidad están ocasionando pérdidas económicas en los cultivos de aguacate establecidos. El objetivo de este trabajo consistió en definir el nivel de daño económico (NDE). Para ello en dos fincas de Fresno (Tolima), se estableció un diseño en bloques completos al azar (BCA), con tres (3) tratamientos consistentes en la aplicación de umbrales de acción preliminares (UAp): (T1) ≥10% hojas infestadas/rama, (T2) ≥30% hojas infestadas/rama, (T3) ≥60% hojas infestadas/rama más un (T0) testigo absoluto, con tres (3) y cuatro (4) repeticiones para el cultivar Hass y Lorena respectivamente sobre parcelas experimentales de 24 m de largo X 24 m de ancho con 16 arboles para cada cultivar, siendo los 4 centrales la unidad experimental. El muestreo consistió en la inspección de 4 ramas del contorno del árbol tomadas del estrato bajo, supervisando 5 brotes/rama registrando la presencia o ausencia de colonias de ninfas de mosca blanca presentes en una hoja intermedia o prebasal de cada uno de los brotes; una vez la población sobrepasó el tratamiento respectivo en cada parcela, se realizó un manejo químico y finalmente para el establecimiento del NDE se utilizó la metodología de Santos *et al.*(2010) modificada para el cultivo del aguacate. No se calculó el NDE para el cultivar Hass dado que no se obtuvo una relación inversa entre los porcentajes de infestación por colonias de ninfas de mosca Vs rendimientos, cuya regresión lineal no fue significativa no permitiendo determinar la pérdida del rendimiento a causa de los niveles de infestación y se consideró como una plaga secundaria en este cultivar. El nivel de daño económico (NDE) de la mosca blanca del aguacate Lorena en el municipio de Fresno (Tolima) se estimo en el 42,23 % de hojas infestadas rama y se consideró como plaga clave para este cultivar.

Palabras claves: Mosca blanca, plaga clave, cultivar Lorena.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del aguacate (*Persea americana* MILL) representa una de las principales actividades económicas en el municipio de Fresno (Tolima) (Barreto *et al*., 2011), 2.010 familias se benefician de este cultivo, generando ingresos al municipio aproximadamente de $ 15.474´000.000, cuyo valor varía dependiendo de la producción (Secretaria de Agricultura del Tolima 2011). No obstante, Segura *et al.* (2012), afirmaron que la producción se ve afectada por la presencia de moscas blancas, pero para este insecto hasta el momento no se ha establecido el nivel de daño económico (NDE) (Caicedo y Varón, 2013).

Según Stern *et al*. (1959), citado por Pedigo *et al.* (1986) el Nivel de daño Económico (NDE) se define como “la más baja densidad de población de la plaga que causará daño económico”, concepto útil para saber si una densidad de plaga causa suficiente daño para que se justifique económicamente el costo de implementar una estrategia de combate, lo cual también permite racionalizar el control de la plaga y reducir los posibles efectos colaterales (Moreno *et al*., 2002). Para el cálculo del NDE es necesario el conocimiento de: costo de manejo por unidad de producción de la fruta ($/ha), daño por unidad de plaga, valor en el mercado por unidad de producción ($/Kg), pérdida en rendimiento como una función del daño total del cultivo, porcentaje de eficiencia del método de control usado (Pedigo *et al*.,1986).

La mosca blanca han ocasionado problemas de tipo económico, ambiental y de salud a los agricultores; así mismo como lo han detectado los agricultores e investigadores de CORPOICA debido a que la principal estrategia de manejo de las moscas blancas en el municipio de Fresno, es el control químico. El uso de los productos químicos incrementan los costos de producción ya que los productores no están usando los insecticidas y respectivas dosis específicas para el debido control de las moscas blancas (Bermeo *et al.*, 2010).

Dado el escenario anterior, se planteó la necesidad evaluar los niveles de daño económico en el cultivo de aguacate var. Hass y var. Lorena, que ocasionan las moscas blancas y que permitirán cuantificar su impacto sobre la producción, para definir su importancia económica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio. Para este objetivo; se seleccionaron dos fincas productivas de aguacate del municipio de Fresno (Tolima), una exclusivamente con el cultivar Hass en la finca Soacol, ubicada a 1.406 m.s.n.m (N 5º 10' 02.79" W 75º 01' 24,8") (Anexo 2) y otra exclusivamente con el cultivar Lorena en la finca El Ancla; ubicadas a 1.155 m.s.n.m. (N 5º 11' 23,1" W 75º 00' 4,2") (Anexo 3) las cuales presentaron más del 80% de arboles infestados por colonias de ninfas de moscas blancas.

El experimento se realizó entre el 18 de marzo del 2013 al 15 de marzo del 2014. Durante el experimento la temperatura promedio, humedad relativa promedio y precipitación registrada por estaciones climatológicas (WatchDog serie 2000 de Spectrum tecnologies, Inc) cercana a los sitios de experimentación, fue de 21,94±0,16ºC; 81%±1,3 HR y 1.892,20 respectivamente en la finca Soacol cuyo régimen pluvial es regular con lluvias repartidas en todo el año. En la finca El Ancla la temperatura promedio, humedad relativa promedio y precipitación fue de 22,94±0,12ºC; 85%±1,4 y 2.167 mm respectivamente cuyo régimen pluvial es regular con lluvias repartidas en todo el año.

Para establecer el experimento de nivel de daño económico en cada una de las fincas seleccionadas, se realizo un diseño de parcelas divididas en el tiempo para evaluar niveles de infestación de las colonias de ninfas de mosca blanca durante doce meses de muestreo (Bueno *et al., 2005*) y un diseño de bloques completos al azar con 3 y 4 replicas para el cultivar Hass y Lorena respectivamente para evaluar parámetros económicos de la producción de aguacate como: rendimiento, Ingreso, número de aplicaciones de insecticidas, costos de control y diferencia ingreso costo de cada una de las parcelas experimentales, cuyo factor de bloqueo fue la pendiente del terreno, factor no homogéneo dentro de las fincas (López *et al.,* 2001).

Se aplicaron como tratamientos para el control de colonias de ninfas de mosca blancas, tres umbrales de acción fijos prestablecidos, con el fin de definir el nivel de daño económico de las colonias de ninfas de moscas blancas en los cultivos de el cultivar Hass y Lorena.

Se utilizó la metodología para nivel de daño económico (NDE) llevada a cabo por Santos *et al.* (2010) adaptada para el cultivo de aguacate, debido a que permitió analizar los umbrales de acción preliminares (UAp) fijos como tratamientos (Pedigo *et al*., 1986), más un testigo absoluto, así:

Tratamiento 1 .Umbral 1. ≥10% hojas infestadas/rama
Tratamiento 2. Umbral 2. ≥30% hojas infestadas/rama
Tratamiento 3. Umbral 3. ≥60% hojas infestadas/rama
Tratamiento 4. No aplicación (Testigo absoluto).

En el tratamiento T4 a diferencia de los demás tratamientos no se mantuvo un umbral fijo ni tampoco se realizó aplicación de control químico sobre las colonias de ninfas de mosca blancas durante el experimento.

Así se establecieron 12 y 16 parcelas experimentales para el cultivar Hass y Lorena respectivamente; cada parcela con un area: largo x ancho de 24 m x 24 m para el cultivar Hass y 32 m x 32 m para el cultivar Lorena. La distancia entre filas de árboles fue de ocho (8) metros para el cultivar Lorena y de seis (6) metros para el cultivar Hass; entre plantas dentro de las filas la distancia fue de ocho (8) para el cultivar Lorena y de seis (6) metros para el cultivar Hass; para una densidad de siembra aproximadamente de 156 árboles/ha. Cada parcela contó con 16 árboles de aguacate. De estos 16 árboles se seleccionaron los cuatro centrales como unidad experimental.

Para el muestreo de los cuatro arboles centrales se tuvo en cuenta en cada parcela los siguientes parámetros:

El método de muestreo para estimar la densidad de colonias de ninfas de moscas blancas consistió en observar la presencia o ausencia de colonias visibles en el envés de la hoja. Este método según Southwood y Henderson (2000) posibilita calcular el porcentaje de hojas infestadas por ninfas visibles (Tercer o cuarto instar) y tomarlo como criterio de decisión (Umbral de acción) para hacer control de la mosca blanca.

La unidad de muestreo se tomo del estrato bajo del árbol (Larral y Ripa, 2009), del cual se tomaron 4 ramas de 1m de largo del contorno del árbol, en cada rama 5 brotes de 60 cm

bien distribuidos (Hernández y García, 2011) y de cada brote una hoja intermedia o prebasal.

La frecuencia del muestreo fue dos veces por semana, ya que los estados de las moscas blancas son cortos; entre 10 a 12 días para huevo y entre 5 a 7 días para ninfas (Sánchez, 2005). Los horarios de muestreo fueron de 8 am a 10 am para evitar las horas más calurosas del día y aumentar la eficiencia de muestreo. Los datos recolectados de los muestreos se registraron en términos de porcentajes de hoja infestadas/rama por ninfas de mosca blanca por cada tratamiento. Una vez se detectó que en una réplica el porcentaje de hojas infestadas por ninfas de mosca blanca sobrepasó el tratamiento de umbral de acción: T1, T2 o T3 de hojas infestadas/rama, se procedió a hacer el manejo de control químico, pero no necesariamente sobre las otras réplicas.

El control químico se realizó con los insecticidas utilizados por los agricultores de la zona de estudio con registro ICA para el control de mosca blanca, teniendo en cuenta el diagnóstico previamente establecido por Rodríguez *et al.* (2003) sobre el control de ninfas de moscas blancas, quienes afirman que el ingrediente activo Piriproxifen presentó porcentajes de mortalidad superiores al 83%. Para este experimento el Piriproxifen se aplicó con una dosis de 500ml/ha por ser un insecticida hormonal para el control de huevos, ninfas y esterilización de la hembra adulta. Otro ingrediente activo utilizado fue el Tiametoxan recomendado por Rodríguez *et al.* (2003), ya que presentó porcentajes de mortalidad superiores al 61%, la dosis usada en este experimento fue de 300g/ha por ser un insecticida de ingestión (sistémico). Los insecticidas se utilizaron de forma rotativa para disminuir la probabilidad de producir eventos de generación de resistencia en las poblaciones de moscas blancas (Rodríguez *et al.,* 2003).

El manejo fitosanitario y nutricional del las parcelas experimentales se realizó de acuerdo a las recomendaciones locales de producción.

Simultáneamente en el muestreo de cada una de las parcelas, se registraron los gastos incurridos en el costo de control químico de la mosca blanca, así como el precio por kilogramo de la fruta (Pedigo *et al.,* 1986). Se tomaron los rendimientos de aguacate Hass y Lorena estimados en kilogramos por hectárea de cada parcela experimental.

Con el registro de los costos de manejo en cada uno de los tratamientos y de los ingresos por venta de frutos cosechados se calculó el nivel de daño económico (Pedigo *et al.,* 1986), basado en la relación entre las densidades promedio del porcentaje de hojas infestadas/rama por colonias de moscas blancas en los tratamientos y el rendimiento en frutos (Kg/ha) en los mismos.

Las variables a medir para este experimento fueron: densidad promedio de hojas infestadas/rama por colonias de ninfas de mosca blanca en cada tratamiento (% promedio general de infestación de cada parcela según T1, T2, T3 yT4 con sus respectivas réplicas), rendimiento promedio de aguacate por parcela experimental en términos de kg/ha, precio promedio por kilogramo de aguacate, costo promedio de control químico para mosca blanca por tratamiento, número promedio de aplicaciones por tratamiento, ingresos obtenidos por cosecha y la relación ingreso costo de control por tratamiento.

Análisis de datos

Densidad promedio de ninfas de mosca blanca en cada tratamiento: Se obtiene de sumar los porcentajes de hojas infestadas/rama registrada en cada muestreo realizado en las réplicas de cada tratamiento y dividirla en el número de réplicas.

Precio promedio kilogramo: Como el precio fluctuó debido a la oferta y la demanda, se llevó el registro del precio del kilogramo durante las semanas que dura la cosecha, esto se hizo desde el inicio de la cosecha hasta el final, los valores se sumaron y se promediaron.

Costo promedio control por tratamiento: Se obtuvo del costo registrado en el total de aplicación de los insecticidas, considerándose el costo de la aplicación (Mano de obra) más el costo del producto utilizado, dividido en el número de aplicaciones realizadas. Esto se hizo para cada tratamiento.

Número promedio de aplicaciones por tratamiento: Se obtuvo de sumar el número total de aplicaciones en las réplicas de cada tratamiento y dividirlo en el número de réplicas de cada tratamiento.

Diferencia ingreso costo: Se obtiene de la diferencia entre los ingresos por ventas de aguacate para cada tratamiento y los costos de control de mosca blanca para cada tratamiento.

Costo control total (cero % hojas infestadas por rama): es el costo teórico que se tendría para bajar la población de mosca blanca a cero y se obtiene de la regresión lineal del tipo $Y= a+bx$ entre los % de hojas infestadas/rama acumulado de cada uno de los tratamientos (Umbral 1, umbral 2, umbral 3 y el testigo absoluto) con su respectivo costo promedio de control ($/ha). Se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.2 (2009) PROC REG: Regresión lineal de tipo y=a+bx entre % hojas infestadas/ramas (Y) Vs costos de control (x), lo que permitió calcular el costo teórico que se tendría para bajar la población de mosca blanca a cero.

Se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.2 (2009) PROC GLM: para la comparación de medias mediante prueba de Tukey para variables dependientes: % hojas infestadas/ramas (% Nivel de Infestación), rendimiento, Ingreso, Número de aplicaciones, costos de control y diferencia ingreso costo de cada una de las parcelas experimentales.

Determinación del nivel de daño económico (NDE):

Una vez se obtuvo la relación entre los % de hojas infestadas/rama por colonias de ninfas de mosca blanca de cada tratamiento y su rendimiento en frutos de aguacate (Kg/ha). El cálculo del nivel de daño se basó en la fórmula propuesta por Pedigo *et al*. (1986), la cual es: NDE = C/VIDK, donde:

NDE= nivel de la plaga donde el daño económico iguala al costo de las medidas de control.
C= costo de manejo por unidad de producción ($/ha)
I= daño por unidad de plaga
V= valor en el mercado por unidad de producción ($/Kg)
D= pérdida en rendimiento como una función del daño total del cultivo (función de daño) (kg/ha/Hojas infestadas)
K= porcentaje de eficiencia del método de control usado (expresado como fracción de unidad)

Para obtener la función de daño (*D*) y el daño por unidad de plaga (*I*) se realizó una regresión lineal del tipo *Y*= *a*+*bx* entre las poblaciones promedio de hojas infestadas/rama encontradas en los tratamientos (Umbral 1, umbral 2, umbral 3 y el testigo absoluto) con el rendimiento promedio (Kg/ha) que arroja cada uno de ellos y así se obtuvo la función de rendimiento donde:

Y= Rendimiento/área
a= Constante intercepto
b= Pérdida rendimiento/insecto
x= Numero de insectos/área

Se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.2 (2009): PROC REG: Regresión lineal de tipo y=a+bx entre % hojas infestadas/ramas (Y) Vs rendimientos (X), lo que permitió calcular la unidad de daño por insecto (b) por unidad de producción [perdida en rendimientos (kg/ha/insecto/hojas/rama), asociada con la densidad de población del insecto]

El coeficiente b representará las pérdidas por insecto que es igual a I x *D,* por tanto, la fórmula del nivel de daño es igual a:

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

y finalmente la formula se refina y es igual a:

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

Donde,

C= costo de manejo por unidad de producción ($/ha)
V= valor en el mercado por unidad de producción ($/kg)
***b*=** unidad de daño por insecto por unidad de producción [pérdida en rendimientos (kg/ha/insecto/hojas/rama), asociada con la densidad de población del insecto]
K= porcentaje de eficiencia del método de control usado (expresado como fracción de unidad).

Con respecto a la eficiencia del método de control usado, es decir la eficiencia de los ingredientes activos Tiametoxam y Piryproxifen, se tuvieron en cuenta valores calculados

mediante la fórmula de Abbott (1925) de experimentos ya establecidos en campo y cuya fórmula empleada en dichos experimento fue:

$$K\ (\%) = \frac{Te - Tr}{Te} * 100$$

Donde:

k *(%)* = Eficiencia de control
Te = Número de insectos vivos en el testigo
Tr = Número de insectos vivos en el tratamiento

Hernández y García (2011), reportaron que los ingredientes activos Tiametoxam y Piriproxifen aplicados de forma foliar presentaron mayor control para los tres estadios ninfales de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) presente en huertos de aguacate en México, con una efectividad bilógica del 74,79%. y 80% respectivamente.

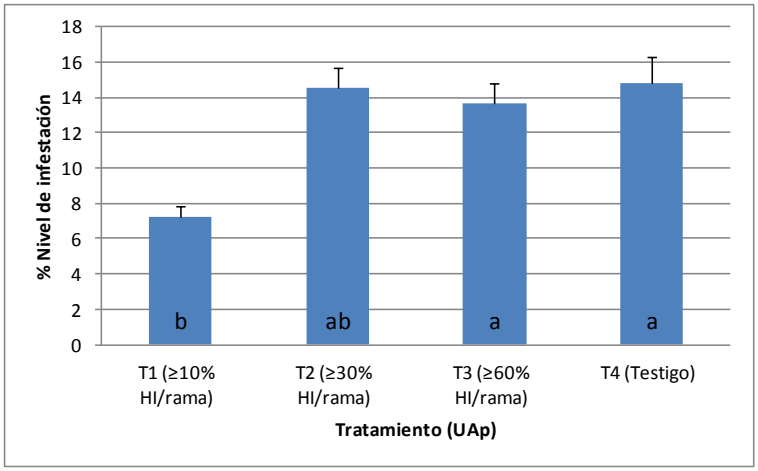
En el sitio de nuestro estudio, Fresno Tolima, Segura *et al. (*2013), comprobaron la eficacia del insecticida Tiametoxam mediante eficiencia Abbott; y encontraron que después del primer día de aplicar este IA produjo mortalidad de las colonias de ninfas de moscas blancas *paraleyrodes* sp., con una efectividad bilógica Abbott, siempre por debajo del 80% hasta el 76%.

Con respecto al ingrediente activo alterno Priproxifen aplicado para el control de mosca blanca en nuestro País, se reportó eficiencia del 83% (Rodríguez *et al.,* 2003). Finalmente la eficacia Abbott, se tomó como el promedio de los porcentajes de eficiencia revelados por los anteriores investigadores y se expresó como unidad de fracción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aplicación de umbrales de acción preliminares (UAp)

Cultivar Hass. Los umbrales de acción prliminares (UAp) aplicados a el cultivar Hass pudieron mantener los niveles promedios de infestación por colonias de ninfas de moscas por debajo de los umbrales preestablecidos como tratamientos, presentando diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T3, además de T1 y Testigo según prueba de Tukey (P=0,05) **(Gráfica 6).**



Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0,05) para variable nivel de infestación.
HI/rama= hojas infestadas/rama por colonias de ninfas de moscas blancas.

Gráfica 6. Efectos de los umbrales de acción preliminares (UAp) aplicados como tratamientos para P*araleyrodes* sp. pos. *bondari*, influyentes en los niveles de infestación en aguacate cultivar Hass.

Lo que indica un efecto de tratamiento del tratamiento T1, así los mayores % de niveles de infestación se presentaron cuando el umbral de acción fue mayor al 30%, 60% o cuando no aplico ningún tipo de umbral de acción (Testigo) sin presentar diferencias significa entre estos tres tratamientos según prueba Tukey. Sus efectos se vieron reflejados al analizar variables de de producción como: el número de aplicaciones promedio de los ingredientes activos utilizados, costos de control, rendimientos (Kg/ha) de aguacate y los ingresos obtenidos que finalmente influyen en la relación ingreso costo.

El poder mantener el menor nivel de infestación más bajo (7,23±0,61 %) correspondiente al tratamiento T1 (mantener el nivel de infestación con ≥10% hojas infestadas/rama) requirió mayor número de aplicaciones de insecticidas y a su vez mayores costos de control seguido por el tratamiento T2 **(Tabla 6).**

El tratamiento T3 no requirió de aplicaciones de control químico en el cultivar Hass, ya que los niveles promedios de infestación no superaron el umbral de acción preestablecido ≥60% hojas infestadas/rama durante los muestreos, lo cual no implicó costos de control **(Tabla 6).**

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

En nuestro caso todos los tratamientos aplicados a el cultivar Hass no tuvieron una relación inversa entre infestación y rendimientos debido a que la regresión lineal no fue significativa (P =0.37 R^2=0,39) y teóricamente no se sustenta un efecto de los tratamientos con tendencia a disminuir los rendimientos (Kg/ha) cuando el porcentaje de hojas infestadas/ramas fue mayor, estos resultados no permitieron calcular una función de daño, concluyendo entonces que el insecto no está causando pérdidas económicas significativas en el cultivo de aguacate cultivar Hass.

Aunque los rendimientos y la relación ingreso costos no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados (P=0,10 y P=0,35 respectivamente) **(Tabla 6)**, se debe tener en cuenta que estos valores son transcendentales para los agricultores, ya que un mínimo incremento en el rendimiento y un alza en el precio por kilogramo de fruta de aguacate en un determinado periodo, modificaría sustancialmente el valor de ingresos para el productor, lo cual repercutiría directamente en la relación ingreso costo de forma favorable, cuando los ingresos llegan a ser mayores que los costos de control.

En este caso es notorio que la diferencia ingreso costo más favorable, resultó ser para el tratamiento T3, debido a que los rendimientos son mayores que los del tratamiento T1 y el testigo, además que la relación ingreso costo no se vio afectado al no necesitar costos de control; pero al subir el nivel de infestación como sucede en el tratamiento testigo, los rendimientos bajaron desfavoreciendo la relación ingreso costo ya que el productor recibe menos ingresos **(Tabla 6).**

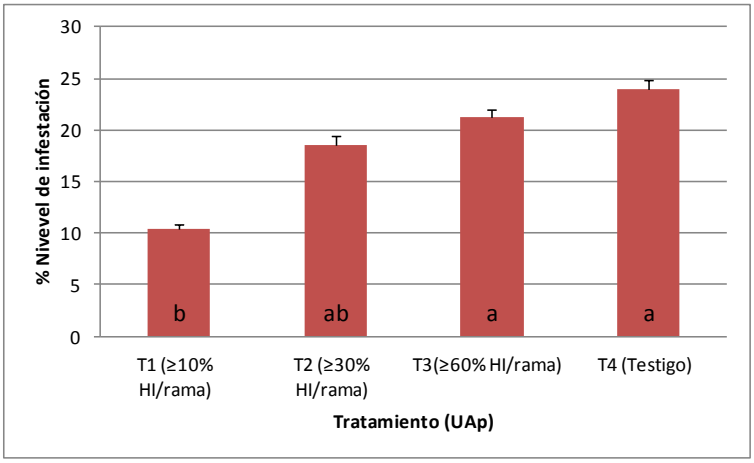
Tabla 6. Umbrales de acción preliminares aplicados como tratamientos para P*araleyrodes* sp. pos. *bondari*, influyentes en el rendimiento del aguacate Hass y su relación ingreso costo. Cosecha anual 2013 en El Fresno (Tolima).

Tratamiento	Nivel de infestación mosca blanca HI/rama	No. de aplicaciones promedio	Costos promedio control ($/ha)	Rendimiento (Kg/ha)	Ingresos obtenidos ($/ha)	Diferencia ingreso costo ($/ha)
T1 (≥10% HI/rama)	7,235 **b**	11,33**a**	1.726.881 **a**	4.474,40 **a**	3.388.652,00 **a**	1.661.771,00 **a**
T2 (≥30% HI/rama)	14,532 **ab**	3,33 **ab**	441.350 **ab**	5.000,20 **a**	3.552.364,00 **a**	3.111.014,00 **a**
T3 (≥60% HI/rama)	13,69 **a**	0 **b**	0 **b**	4.725,00 **a**	3.552.837,00 **a**	3.552.837,00 **a**
T4 (Testigo)	14,8 **a**	0 **b**	0 **b**	4.574,70 **a**	3.243.884,00 **a**	3.243.884,00 **a**

HI/rama= hojas infestadas/rama por colonias de ninfas de moscas blancas.
Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0,05) para variable nivel de infestación y Tukey (0.10) para las variables restantes.

Todas las pruebas estadísticas de Tukey (0,05) para variable nivel de infestación y prueba Tukey (0.10) para número de aplicaciones promedio, costos promedio de control, rendimientos, ingresos obtenidos y la diferencia ingreso costo en el cultivar Hass se muestran en el anexo 15.

Cultivar Lorena. Los umbrales de acción preliminares (UAp) aplicados como tratamientos a el cultivar Lorena, presentaron diferencias significativas en relación a los % niveles de infestación por colonias de ninfas de mosca blanca (P=0,05) **(Gráfica 7)**; siendo proporcional a los diferentes umbrales de acción pero presentando diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T3 además de T1 y Testigo según prueba de Tukey (P=0,05)



Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0,05) para variable nivel de infestación.
HI/rama= hojas infestadas/rama por colonias de ninfas de moscas blancas.

Gráfica 7. Efectos de los umbrales de acción preliminares (UAp) aplicados como tratamientos para P*araleyrodes* sp. pos. *bondari*, influyentes en los niveles de infestación en aguacate cultivar Lorena.

Así el tratamiento T1 pudo mantener el menor nivel de infestación (10,46±0,37%) pero requirió del mayor número de aplicaciones y los costos de control estadísticamente diferentes a los demás tratamientos **(Tabla 7),** mientras que los tratamientos T2, T3 y el testigo no presentaron diferencias significativas el número de aplicaciones y los costos de control **(Tabla 7)**.

Los tratamientos aplicados a el cultivar Lorena tuvieron una relación inversa entre infestación y rendimientos de aguacate Lorena (P = 0.05, R^2 = 0.89), con tendencia a disminuir los rendimientos (Kg/ha) cuando el porcentaje de hojas infestadas/ramas fue mayor, según la diferencia en los rendimientos (Kg/ha) entre los tratamientos; estos resultados permitieron calcular la función de daño considerando que el insecto está causando pérdidas económicas significativas en el cultivo de aguacate cultivar Lorena y debido a que la regresión fue significativa se pudo calcular el nivel de daño económico como se verá mas adelante y como lo establecen Pedigo *et al*.(1986), Bueno *et al.* (2005).

Al igual que en el cultivar Hass, los rendimientos y la relación ingreso costos no presentaron diferencias significativas (P=0,13 y P=0,71 respectivamente) para el cultivar Lorena **(Tabla 7)** y nuevamente el tratamiento T3, resultó ser el umbral que mejor

representó la diferencia ingreso costo más favorable para el productor, pero para conseguir este resultado a diferencia del cultivar Hass, en este mismo tratamiento se necesitó hacer aplicación mínima de control químico **(Tabla 7).**

Tabla 7. Umbrales de acción preliminares aplicados como tratamientos para *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*, influyentes en el rendimiento del aguacate Lorena y su relación ingreso costo. Cosecha anual 2013 en El Fresno (Tolima).

Tratamiento	Nivel de infestación mosca blanca HI/rama	No. de aplicaciones promedio	Costos promedio control ($/ha)	Rendimiento (Kg/ha)	Ingresos obtenidos ($/ha)	Diferencia ingreso costo ($/ha)
T1 (≥10% HI/rama)	10,46 **b**	15,75**a**	2.926.082,25**a**	6.279,30**a**	5.789.382,81**a**	2.863.300,50**a**
T2 (≥30% HI/rama)	18,54 **ab**	4,5**b**	838.188,00**b**	5.774,92**a**	4.114.046,62**a**	3.275.859,62**a**
T3 (≥60% HI/rama)	21,27**a**	0,5**b**	95.657,25**b**	4.909,40**a**	3.486.554,00**a**	3.390.896,75**a**
T4 (Testigo)	23,93**a**	0**b**	0**b**	4.704,40**a**	3.337.898,00**a**	3.337.898,00**a**

HI/rama= hojas infestadas/rama por colonias de ninfas de moscas blancas.
Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Tukey (0,05) para variable nivel de infestación y Tukey (0.10) para las variables restantes.

Pese a la anterior discusión, no es preciso aún definir el tratamiento T3 de el cultivar Lorena como el umbral de acción definitivo, ya que el umbral de acción es un nivel inferior al nivel de daño económico (NDE) que permite disponer de un tiempo suficiente para iniciar las medidas de control (Stern *et al.,* 1959); por tanto, los tratamientos evaluados en este estudio se consideraron como umbrales de acción preliminares (UAp) utilizados como herramienta para el cálculo del nivel de daño por ser uno de los elementos que forman el concepto de NDE (Stern *et al*.,1959) objetivo de este estudio.

Todas las pruebas estadísticas de Tukey (0,05) para variable nivel de infestación y prueba Tukey (0.10) para número de aplicaciones promedio, costos promedio de control, rendimientos, ingresos obtenidos y la diferencia ingreso costo en el cultivar Lorena, se muestran en el anexo 16.

Niveles de daño económico (NDE)

Pérdida del rendimiento (b)

Para el cultivar Hass, no se encontró un efecto del nivel de hojas infestadas/rama en relación a los rendimientos, ya que no se ajustaron a una regresión lineal simple (P = 0,37, R^2 = 0.39) (Ver análisis de regresión simple en anexo 17).

Para el cultivar Lorena, se encontró un efecto del nivel de hojas infestadas/rama en relación a los rendimientos, ya que se ajustaron a una regresión lineal simple (P = 0.05, R^2 = 0.89). El efecto fue inversamente proporcional debido a sus parámetros negativos (b) de pérdida de rendimientos encontrados mediante la función lineal para Lorena (*Y =7639,28 - 119,75x)*; mostrando que cuando los niveles de infestación son cero existe un potencial de rendimiento teórico de *7.639,28* kg/ha en el cultivar Lorena y se corre el riesgo de perder -119,75Kg/ha como consecuencia de un aumento en una unidad del nivel de infestación de Hoja/rama en los cultivos de aguacate de el cultivar Lorena (Ver análisis de regresión simple en anexo 17).

Aunque hasta el momento se desconoce la pérdida de rendimiento a causa de la presencia de colonias de moscas blancas del aguacate, en nuestro país, Bueno *et al.,* (2005), reportaron pérdidas de rendimiento en cultivos de leguminosas entre -158,4 kg/ha y -258,1 kg/ha, como consecuencia del aumento de la población de ninfas de moscas blancas, aunque los rendimientos potenciales en esos cultivos fueron de 18,264 y 23,827 Kg/ha respectivamente.

Naranjo *et al.* (1996) anunciaron pérdidas de rendimiento en algodón de -250 Kg/ha, al relacionar el rendimiento con el aumento de la densidad de ninfas de moscas blancas del algodón.

Costos de control (cero % hojas infestadas por rama):

Para mantener a niveles bajos el porcentaje de hojas infestadas en el cultivar Hass, se necesitó hacer mayores aplicaciones con mayores costos de control, evidentemente el análisis de regresión simple entre los niveles de infestación y los costos de control se

ajustó a una regresión lineal (P=0,051; R^2=90) (Ver análisis de regresión simple en anexo 19).

Así mismo para el cultivar Lorena los niveles de infestación y los costos de control se ajustaron a una regresión lineal (P=0,01; R^2=97) (Ver análisis de regresión simple en anexo 20),

Esto permitió la predicción del costo total de control generado entre los tratamientos para los dos cultivares de aguacate. Las fórmulas predictivas fueron: Y= 14.82134–0.00000416x, para el cultivar Hass y Y= 22.63372-0.00000422 para el cultivar Lorena, donde Y = % hojas/rama infestadas por colonias de moscas blancas, x = Costos totales de control ($/ha), para Y = 0.

Despejando el valor de x, los resultados indicaron que para llevar a cero el porcentajes de hojas infestadas/rama, el costo total por hectárea para el cultivar Hass fue de: x=$3.562.822 y para el cultivar Lorena fue de x=$5.363.440.

En este caso los costos totales de control fueron más altos para el cultivar Lorena, debido a que los niveles de infestación de las colonias de mosca fueron mayores en esta cultivar, lo que conlleva a realizar más aplicaciones con mayores costos.

Los mayores niveles de infestación en el cultivar Lorena son explicados por Sierra *et al.* (2013), quienes afirmaron que los metabolitos secundarios de las hojas maduras de el cultivar Hass presentan más cantidad de terpenos y/o esteroides, compuestos que pueden actuar como repelentes para la mosca blanca, mientras que el cultivar Lorena presenta mayor porcentaje de carbohidratos totales y no reductores que no son atrayentes para las moscas blancas.

Valor en el mercado por unidad de producción ($/Kg)

Los valores por kg de fruta de aguacate, se vieron influenciados por los precios obtenidos según la oferta y la demanda en la época de cosecha, además de la calidad de la fruta según fuera de primera, segunda y tercera calidad; así se obtuvo un precio ponderado tanto para el cultivar Hass con un valor de $ 725/Kg y de $ 1.400/kg para el cultivar

Lorena, precio otorgado descontando el flete de transporte desde la finca hacia los puntos de compra.

Eficiencia de los insecticidas aplicados (K)

El porcentaje de eficiencia de los insecticidas utilizado fue de 70,0 % de eficiencia para el el ingrediente activo Tiametoxam y del 81,5% de eficiencia para el ingrediente activo Piriproxifen, de acuerdo a lo evaluado por Hernández y García (2011); Segura *et al. (*2013) y Rodríguez *et al. (*2003). Así el porcentaje de eficiencia se promedió entre los dos porcentajes de eficiencia, dando un 75,75% expresado como unidad de fracción 0,7575.

Aplicada la fórmula del nivel de daño económico (NDE), se encontró que el nivel de daño económico para el cultivar Lorena fue de 42,23 ≈ 42 % de HI/rama **(Tabla 8)**; esto quiere decir, el más bajo porcentaje de hojas infestadas/rama por colonia de ninfas de moscas blancas que llega a ocasionar daño económico, donde el costo de control iguala al beneficio obtenido y que hasta este nivel se justifica económicamente el costo de implementar una estrategia de manejo según definición clásica de Stern *et al*. (1959).

Tabla 8. Nivel de daño económico calculado (NDE) para *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en el cultivo del aguate cultivar Lorena en el municipio de Fresno (Tolima). Cosecha anual 2013.

Variedad	Costos de control para cero % HI/rama (C)	Valor por unidad de producción (V)	Perdida del rendimiento (b)	Eficiencia del control aplicado (K)	NDE calculado (%HI/rama)
Lorena	5.363.440,76	1.400,00	119,75	0,7575	42,23≈42

HI/rama= porcentaje de hojas infestadas/rama por colonias de ninfas de moscas blancas.

Hasta el momento no se había definido el nivel de daño económico de la mosca blanca del aguacate, mediante la estimación del porcentaje de hojas infestadas/rama; La importancia de estos niveles de daño calculados en este estudio, radica en la actualidad práctica que tiene para los técnicos y productores de aguacate al momento de tomar una decisión para el control de las moscas blancas del aguacate.

Entre la mayoría de los trabajos realizados para este tipo de estudio, se hacen conteos directos de adultos y ninfas o estimaciones visuales del porcentaje del área afectada

(ocupada) de las hojas por ninfas de moscas blancas. Los trabajos que se conocen en nuestro país sobre mosca blanca en este tema son los realizados por Cardona *et al.* (1993); Rodríguez *et al.* (1996); Bueno *et al.* (2005); Bernal y Pesca (2007). A nivel internacional sobresalen los de Naranjo *et al*., (1996), Ellsworth *et al.* (1996) y Diehl *et al.* (1997).

Un trabajo relacionado al nuestro, fue el realizado en algodón por Ellsworth *et al.* (1996) y Diehl *et al.*(1997) quienes determinaron el NDE para mosca blanca del algodón mediante el cálculo del umbral de acción consistente en estimar el porcentaje de hojas infestadas por ninfas visibles (tercer o cuarto instar), definiendo el umbral de acción como el 57% de las hojas infestadas, tomando la quinta hoja proveniente del extremo apical del tallo principal de un número total de 30 plantas.

El nivel de daño económico calculado para el cultivar Lorena en nuestro trabajo de investigación indicó que sobrepasó los umbrales de acción preliminares (T1 y T2) aplicados como tratamientos durante los doce meses en algunos muestreos, lo que define, sí tenerlos en cuenta en la zona de estudio como una herramienta de manejo; además de poder ser utilizados en otras regiones productoras de aguacate utilizando la misma metodología usada en nuestro trabajo, pero conociendo particularmente como fluctúan el porcentaje de hojas infestadas/rama en regiones donde se aplique.

Finalmente, se destaca que los niveles de daño deben ser calculados nuevamente a medida que el valor del precio por unidad de producción baje ya que el nivel de daño económico aumentaría o caso contrario cuando hay mayor precio se reduce la tolerancia del daño. Así mismo, es recomendable la actualización y rotación de ingredientes activos para mejor eficiencia (K) de control del producto usado (Rodríguez *et al.,* 2003).

Los umbrales de acción aquí preestablecidos y la definición del nivel de daño presentaron ventajas notables que le permitirán al agricultor maximizar las utilidades. Mas sin embargo, se debe profundizar en el estudio de la reacción de la planta al daño ocasionado por las colonias de las moscas blancas del aguacate, reconociendo el estado de desarrollo fenológico más susceptible y de hecho, las frecuencias y periodos ambientales con que se presentan estos insectos fitófagos con el fin de establecer un buen umbral de acción (Vergara, 1996).

4.2.3. Capítulo 3. **Umbral de acción para *Paraleyrodes* Quaintance sp. pos. *bondari* (Hemiptera: Aleyrodidae) en aguacate *Persea americana* MILL var. Hass y Lorena en el muncipio Fresno, Tolima, Colombia**

Luis Sigifredo Caicedo Riascos[1]; Edgar Herney Varon Devia[2]; Elena L Margarita Brochero[3]; Francisco Nuñez[4]

1,3 Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Bogotá. 2. CORPOICA Nataima, El Espinal (Tolima). 4. Universidad del Tolima, Ibagué. Correo electrónico para correspondencia. lscaicedor@unal.edu.co

RESUMEN

La presencia de moscas blancas *Paraleyrodes* Quaintance sp. pos. *bondari* en el municipio de Fresno (Tolima), conduce a que los agricultores utilicen de forma indiscriminada y arbitraria los insecticidas químicos que generan consecuencias irreversibles para el medio ambiente y la salud humana de los productores. Por tanto el objetivo de este treabajo consistió en establecer el umbral de acción para las moscas blancas. Para ello, conociendo el nivel de daño económico (NDE) de la mosca blanca del aguacate cultivar Lorena, se evaluó el crecimiento de hojas infestadas/rama/día, se tuvo en cuenta los días de intervalo entre muestreos, además del porcentaje (%) de eficiencia producto y se cálculo el umbral de acción (UA) con la formula propuesta por Pedigo *et al*. (1986) reconociendo los periodos ambientales para su aplicación mediante análisis de líneas de tendencia polinómicas entre porcentaje (%) del area de la hoja infestada por ninfas (variable dependiente) Vs temperatura media/semana, humedad relativa media/semana, precipitación media/semana (variables independientes). Debido a que no se reporta nivel de daño económico (NDE) en el cultivar Hass, no fue posible el calculó del umbral de acción, mientras que el umbral de acción (UA) para el cultivar Lorena, se estimó en el 35,59 % de hojas infestadas rama recomendando su aplicación para una permanente vigilancia de ninfas de mosca blanca en los cultivos, con mayores cuidados en los meses donde aumenta la temperatura, disminuyen las precipitaciones y disminuye la humedad relativa.

Palabras claves: Infestación diaria, mosca blanca, toma de desiciones.

INTRODUCCIÓN

La presencia de moscas blancas *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* infestan el 100% de los árboles de aguacate en las fincas del municipio de Fresno (Tolima) (Segura *et al.,* 2012) lo que conduce a que los agricultores tomen medidas aceleradas para su control basadas en la utilización indiscriminada y arbitraria de insecticidas químicos que generan consecuencias irreversibles para el medio ambiente y la salud humana de los productores (Bermeo *et al.,* 2010).

Cardona *et al.* (1993) y Rodríguez *et al*. (1996) proponen umbrales de acción de la mosca blanca en algunas regiones de Colombia cuando la plaga es controlada con diferentes frecuencias de aplicación de productos químicos. Estos trabajos sugieren que la decisión de manejo se debe tomar cuando se inicia la aparición de ninfas en el tercio inferior de la planta.

El Umbral de Acción (UA) se define como “la densidad de población de plaga donde debe adelantarse una acción de manejo para evitar que en un futuro la población alcance el nivel de daño económico (NDE)” (Hruska y Rossett 1987). El UA es más difícil de estimar porque depende de la dinámica poblacional de la plaga y su proyección en el tiempo, requiriéndose de varios años de investigación para lograr predecir esta dinámica (Moreno *et al*., 2002).

En cultivares de aguacate se han determinado umbrales de acción para el ácaro *Oligonychus perseae* (Acarina: Tetranychidae) mediante una metodología de muestreo basado en determinar el porcentaje del area foliar afectada por los ácaros (Maoz *et al.,* 2010). Igualmente en *Scirtothrips perseae* (Thysanoptera: Thripidae), la metodología de muestreo para estimar el umbral de acción consistió en relacionar el número de trips por hoja de aguacate con las cicatrices en el fruto, como predictivos del umbral de acción encontrándose como umbral de acción ≤ 5 ninfas / hoja durante el tiempo de cuajado del fruto (Yee *et al.*, 2001).

Los umbrales de acción para la mosca blanca aún no están establecidos para aguacate. Por tanto el objetivo de este trabajo consistió en establecer el umbral de acción para las moscas blancas del aguacate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Una vez se conoció el nivel de daño económico (NDE) para los cultivares de aguacte Hass y Lorena mencionados en el capítulo 2, se procedió a definir el umbral de acción (UA).

El umbral de acción, es un valor complejo que depende de estimar y predecir varias variables. Entre estas se tuvo en cuenta el NDE, fenología del hospedero, densidad poblacional de colonias de ninfas de mosca blancas, tasas de daño, y demoras de tiempo asociadas con las prácticas de manejo.

Para estimar la fluctuación poblacional, condiciones fenológicas del hospedero, además del registro de las variables climáticas, se instaló en la finca Cafetales Villamaría del municipio del Fresno (Tolima) (ubicada a 1.360 m.s.n.m; 0,5^0 0,9 ’48,8’’ N ; 0,75^0 0,1 ’ 4’’ W) una estación climatológica (WatchDog® serie 2000 de Spectrum tecnologies, Inc); Esta finca, se caracterizó por un manejo de moscas blancas con escasa aplicación de insecticidas químicos, prevaleciendo el manejo cultural por parte de su administrador; por tanto, se seleccionó esta finca denominándola finca control del experimento, para pronosticar la aparición de las moscas blancas. Este estudio se llevó a cabo desde Agosto a Diciembre del 2012 y Enero a Abril del 2013 (Crúz *et al*, 2013).

Análisis de datos:

Los datos registrados en la finca control, se analizaron mediante líneas de tendencia polinómicas de orden 6, determinadas por el número de fluctuaciones máximas y mínimas de los datos registrados (% del area de la hoja infestada por ninfas Vs temperatura media/semana, humedad relativa media/semana, precipitación media/semana).

Se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.2 (2009) PROC REG: Regresión lineal de tipo y=a+bx entre % hojas infestadas/ramas (Y) Vs. temperatura media/semana (x), % hojas infestadas/ramas (Y) Vs. humedad relativa media/semana, % hojas infestadas/ramas (Y) Vs. precipitación media/semana.

La densidad del % de hojas/rama infestadas por colonias de ninfas de mosca blancas, se tomó de los muestreos de las parcelas experimentales (Para definir el nivel de daño económico) donde no se aplicaron insecticidas químicos (testigo), evaluando dónde ocurrió crecimiento de los niveles de infestación, con el fin de determinar cuánto creció en promedio diariamente la densidad de infestación del % de hojas/rama (crecimiento hojas infestadas/rama/día).

El umbral de acción se calculó mediante la fórmula propuesta por Pedigo *et al*. (1986): UA= [((NDE)-(crecimiento hojas infestadas/rama/día * días intervalo entre muestreos))*(% eficiencia producto).

El crecimiento hojas infestadas/rama/día se obtuvo de estimar la diferencia entre el potencial biótico de crecimiento de hojas infestadas/rama en el tiempo “o” (inicial) del primer muestreo de la semana menos el aumento de hojas infestadas/rama en el tiempo posterior “t” (final) del segundo muestreo semanal.

Así mismo los efectos de los factores climáticos y fenología del hospedero, ayudaron a definir en qué época o estado fenológico del cultivo del aguacate se debe aplicar el umbral de acción ya que se estos factores se encuentran involucrados en la producción.

Finalmente se hizo una clasificación del insecto en estudio, reconociendo el estatus como plaga en categorías como: Claves; potenciales, ocasionales y migratorias o por su naturaleza como primaria o secundarias de acuerdo a los conceptos de Gill (1990) y Vergara (1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Umbral de acción Var. Hass

Puesto que para el cultivar Hass, las moscas blancas del aguacate no se ha encontrado ocasionando pérdidas económicas significativas hasta el momento de acuerdo a estudios consecutivos del capítulo 2, no se calculó el nivel de daño económico (NDE) que es la base del cálculo del umbral de acción (UE); por tanto no se definió en este trabajo de investigación el umbral de acción para el cultivar Hass.

Umbral de acción Var. Lorena

De acuerdo a estudios consecutivos del capítulo 2, el cultivar Lorena, presentó un nivel de daño económico estimado en el 42,23 % HI/rama y realizado el análisis del crecimiento de hojas infestadas/rama/día en el cultivar Lorena, se obtuvo que la infestación en promedio puede crecer diariamente en 1,26 ± 0,1 % hojas infestadas/rama/día a temperatura promedio normal de la zona de estudio de 22,94 ± 0,10 ^{0}C. Teniendo en cuenta esto y estableciendo que el agricultor debería realizar el muestreo cada 7 días en promedio, que el NDE es 42,23 % HI/rama y que los insecticidas utilizados en campo (Piriproxifen y Tiametoxam) pueden llegar a tener un porcentaje promedio de eficiencia de control del 75% (Hernández y García (2011); Segura *et al. (*2013) y Rodríguez *et al. (*2003)), se procedió a calcular el umbral de acción de la siguiente forma:

UA= [((NDE)-(crecimiento hojas infestadas/rama/día * días intervalo entre muestreos))*(% eficiencia producto). Donde:

NDE= 42,23 % HI/rama
Intervalos entre muestreos= 7 días
Crecimiento hojas infestadas/rama/día=1,26 ± 0,1 %
Eficiencia del producto= 0,75
UA= [((42,23 % HI/rama)-(1,26% hojas infestadas/rama/día * 7 días)) (*0,75)]
UA= 35,59 % HI/rama

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

El umbral de acción o umbral económico (UE), es un valor complejo que también depende de estimar y predecir los períodos de tiempo a considerar para establecer el mejor período de muestreo que permita pronosticar la presencia del insecto, además de la fenología del cultivo (Pedigo, 1996; Vergara, 1996).

Se pronosticó en la finca control, que el % del area de la hoja infestada por ninfas de moscas blancas (HI) ocurre en semanas cuando se incrementa paulatinamente la temperatura hacia 24,23 ^{0}C; si se tiene en cuenta que la temperatura promedio fue de 22,94±0,1 ^{0}C, como lo indican las líneas de tendencia ploinómicas de temperatura (T ^{0}C/semana) en contraste con las líneas de tendencia polinómicas del porcentaje del area de la hoja infestada por ninfas (HI) con similar comportamiento en los dos cultivares evaluadas (Gráfica 8a). Las semanas que vinculan este comportamiento anteriormente descrito correspondieron a las 3 primeras semanas de Agosto, el mes de Noviembre, las dos primeras semanas de Diciembre, además de las dos primeras semanas de Abril.

Este mismo estudio reveló que en las semanas donde ocurre un descenso en la temperatura que alcanzó los 21,62 ^{0}C, contribuye a disminuir los niveles de infestación desde la segunda semana de Septiembre hasta inicios de Octubre y presentándose una temporada de lluvias desde la tercera semana de Diciembre prolongándose hasta la 3 semana de Febrero (Gráfica 8a).

Los periodos semanales con descensos de temperaturas, coinciden con los aumentos paulatinos significativos de la precipitación alcanzando los 171,80 mm/semana (teniendo en cuenta que la precipitación promedio de la zona fue de 60,21 mm/semana) y estos a su vez con la disminución del porcentaje de infestación (HI), como lo indican las líneas de tendencia ploinómicas de precipitación (mm/semana) en contraste con las líneas de tendencia polinómicas del porcentaje del área de la hoja infestada por ninfas (HI) con similar comportamiento en los dos cultivares evaluada (Grafica 8b); Las semanas que vinculan este comportamiento anteriormente descrito, corresponden a los meses de

Septiembre, Octubre hasta primera semana de Noviembre, con otra temporada de lluvias que comprende desde Enero hasta la tres primeras semanas de Febrero.

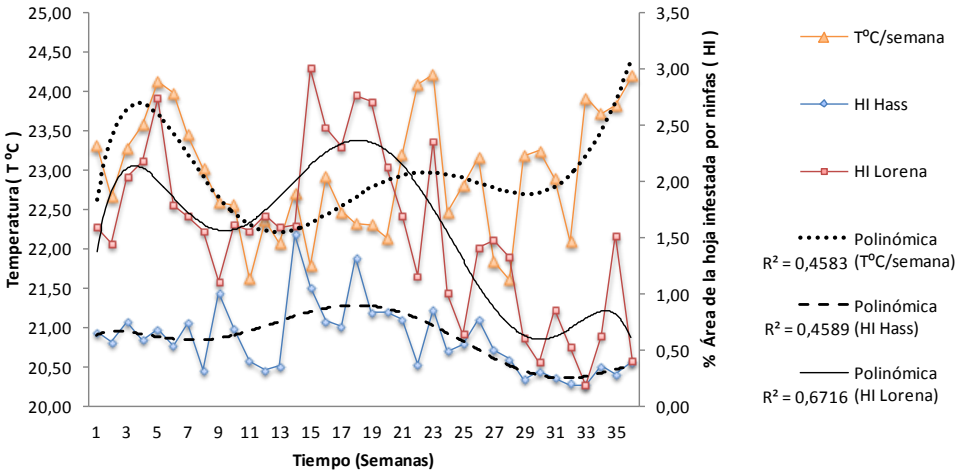
Estos resultados son concordantes con Garcia *et al.* (1992) quienes afirman que aunque durante el invierno el crecimiento poblacional de *Paraleyrodes* sp. disminuye considerablemente, el ciclo biológico se alarga, mas sin embargo Crúz *et al*. (2013) no encontraron correlación de la precipitación con la fluctuación del porcentaje del area de la hoja infestada por ninfas.

Los periodos semanales con aumentos en la humedad relativa (HR) están ligados a las dos condiciones ambientales anteriormente descritas con mayores precipitaciones y menores temperaturas; así; a mayor humedad relativa las líneas de tendencia polinómicas de humedad relativa (HR/semana) en contraste con las líneas de tendencia polinómicas del porcentaje del área de la hoja infestada por ninfas (HI) muestran los menores porcentajes de infestación (Grafica 8c).

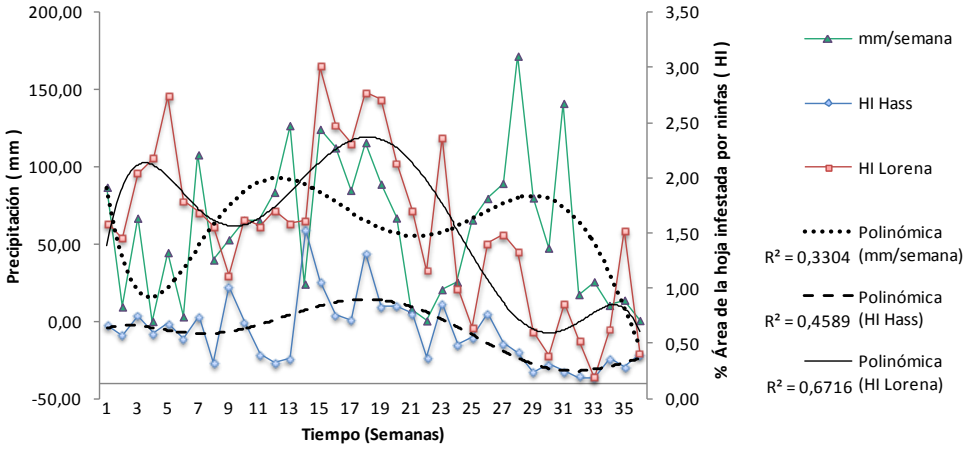
El anterior análisis nos permitió establecer que existen periodos entre 1 a dos meses o extendiéndose hacia la primera semana de un tercer mes; donde la temperatura aumentó paulatinamente con temperaturas normales en la zona de estudio sin sobrepasar los 24,23^{0}C hasta el momento; pero que a futuro en consecuencia del calentamiento global podrían incidir en el aumento de los niveles de infestación de las ninfas de mosca blanca. En caso de cambios abruptos de temperaturas (mayores a 8^{0}C) se daría la necesidad de proponer un segundo umbral de acción, detectando el crecimiento hojas infestadas/rama/día por ninfas de la mosca blanca, utilizando este índice de medida para aplicar a la formula de umbral de acción resuelta anteriormente en este capítulo.

Es importante destacar que es necesaria una permanente vigilancia de ninfas de mosca blanca, con mayores cuidados en los meses donde aumenta la temperatura, disminuyen las precipitaciones y disminuye la humedad relativa (Morales *et al*., 2006); teniendo en cuenta esta ultima variable que según Crúz *et al*. (2013) en nuestra zona de estudio reportaron que la humedad relativa fue la única variable climática que se correlacionó de manera inversa (R2=-0.34 p=0,04) con respecto al porcentaje área foliar afectado por mosca blanca.

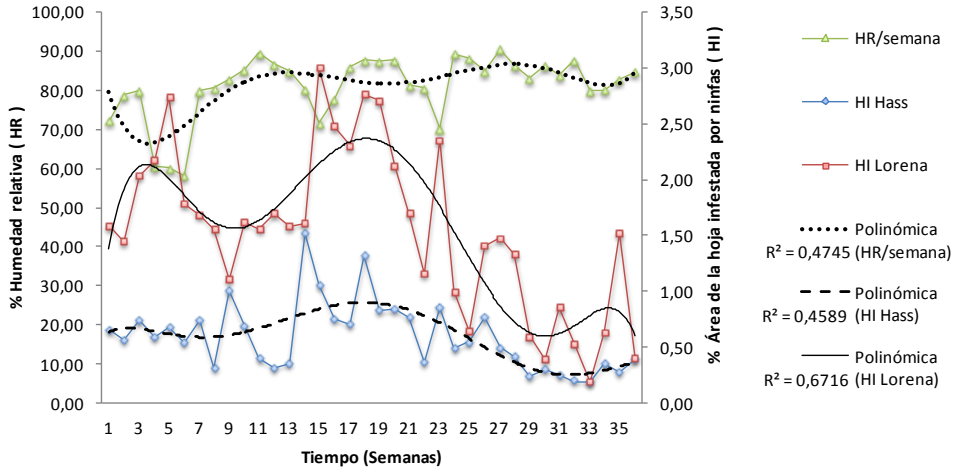
a)



b)



c)



Gráfica 8. Fluctuación poblacional de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp.) en los cultivares de aguacate (Hass y Lorena) con respecto a condiciones climáticas en la finca Cafetales Villa María. a) Temperatura vs cultivares. b) Precipitación vs cultivares c) Humedad relativa vs cultivares.

Así mismo, cabe destacar que las colonias de ninfas de moscas blancas aparecieron en todas las semanas de muestreo en ambos cultivares de aguacate evaluadas, exclusivamente en el envés de las hojas del árbol de aguacate y concordante con lo afirmado con Crúz *et al.*, 2013, el estado fenológico vegetativo de las hojas, presentó una correlación inversa con respecto al porcentaje área foliar afectado por mosca blanca sin que los demás estados fenológicos: de reposo, floración y fructificación muestren una relación clara.

Este trabajo de investigación nos condujo a revelar que la especie de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* presentes en los cultivos de el cultivar Hass no es de importancia económica, mientras que su presencia en el cultivar Lorena reduce los rendimientos alcanzables de la fruta por los daños directos e indirectos que esta especie insectil ocasionó, afectando a los productores de aguacate económicamente como se estudio en el capítulo 2.

Ahora bien, la clasificación de los insectos plaga ha sido un tema de discusión entre los entomólogos considerando el reconocimiento de las plagas en categorías como: Claves; potenciales, ocasionales y migratorias o por su naturaleza como primaria o secundarias (Gill, 1990; Vergara, 1996).

Así, consideramos que la mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* presente en el cultivar Hass aunque no causo nivel de daños económicos, es una plaga secundaria por cuanto la plaga se encuentra ya establecida en la zona de estudio pero que bajo la condición existente reguladora de condiciones de repelencia por metabolitos secundarios de el cultivar Hass (Sierra *et al.,* 2013), condiciones ambientales, enemigos naturales presentes (Morales *et al*., 2006; Crúz *et al*., 2013) posibilitan una posición general de equilibrio (PEG) ya que según Vergara (1996) dichas condiciones mantienen a la plaga por debajo de los niveles económicos de daño. Por otro lado, consideramos que *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* presente en el cultivar Lorena, se categorizó como plaga clave ya que de forma persistente en la gran mayoría de muestreos superaron los umbrales de acción preliminares (UAp) establecidos en este estudio hasta alcanzar un nivel de daño económico, esto debido a la adaptación favorable de alimentación de la plaga (ninfas de mosca blanca) por la disponibilidad de azucares y carbohidratos en este cultivar de aguacate (Sierra *et al.,* 2013).

5. Conclusiones

Para todos los muestreos se encontró que la especie de mosca blanca correspondió al género *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* Peracchi 1971 (Hemiptera: Sternorrhyncha; Aleyrodidae).

La mosca blanca del aguacate *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* presentó una dispersión agregada esperada para una plaga agrícola.

El muestreo de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* consiste en la inspección de 4 ramas del contorno del árbol tomadas del estrato bajo, supervisando 5 brotes/rama registrando la presencia o ausencia de colonias de ninfas de mosca blanca presentes en el envéz de una hoja intermedia o prebasal de cada uno de los brotes, muestreando 18 arboles/ha.

No se calculó el NDE para el cultivar Hass dado que no se obtuvo una relación inversa entre los porcentajes de infestación por colonias de ninfas de mosca Vs rendimientos, cuya regresión lineal no fue significativa no permitiendo determinar la pérdida del rendimiento a causa de los niveles de infestación. El nivel de daño económico (NDE) es la base para el cálculo del umbral de acción (UE); por tanto no se definió en este trabajo de investigación el umbral de acción para el cultivar Hass.

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

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

La mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* presente en el cultivar Lorena, se consideró como plaga clave por que ocasionó pérdida denle el rendimiento de la fruta

alcanzando un nivel de daño económico, además de su adaptación favorable de alimentación en su hospedero.

El Umbral de Acción (UA) de la mosca blanca del aguacate Lorena en el municipio de Fresno (Tolima) se estimo en el 35,59 % de hojas infestadas rama.

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación son la base para la definición de planes de muestreo convencional para la mosca blanca del aguacate a ser definidos en casos particulares.

6. Recomendaciones y perspectivas

En la aplicación del método de muestreo II de presencia o ausencia de ninfas de mosca blanca, en el muestreo suele ocurrir que la percepción visual de ojo humano no detecta con facilidad la presencia de una sola ninfa aún cuando ésta realmente se encuentra en el envés de la hoja; por tanto la observación de las ninfas debe ser muy rigurosa sobre el total del área del envés de una hoja intermedia o prebasal.

La selección de las estructuras del árbol como: ramas, brotes y hojas en el muestreo, se debe hacer distribuyendo bien el número de muestras a tomar en cada árbol de aguacate, teniendo en cuenta que las colonias de ninfas de las moscas blancas presentaron una distribución agregada, lo que no permite encontrarlas si se toman las estructuras del árbol al azar.

Es recomendable la aplicación del umbral de acción establecido en la zona de estudio para una permanente vigilancia de ninfas de mosca blanca en los cultivos de aguacate, con mayores cuidados en los meses donde aumenta la temperatura, disminuyen las precipitaciones y disminuye la humedad relativa.

Se sugiere que el método de muestreo y la aplicación de umbral de acción descrito en este trabajo de investigación sean transferidos por técnicos a los productores de aguacate, enseñándoles en primera instancia a distinguir las colonias de ninfas de moscas blancas con el fin de que sus registros de presencia/ ausencia de ninfas de mosca blanca, no incurran en falsos positivos y se haga una buena estimación del umbral deacción.

La realización de este tipo de trabajos contribuyen a la base para el Manejo Integrado de la Plaga (MIP) como una estrategia de control de las moscas blancas del aguacate en las zonas endémicas donde se utiliza el contro químico, pero también cabe resaltar sobre la necesidad de adelantar estudios locales sobre el control biológico que le permitan a los agroecosistemas integrados por cultivos de aguacate en el país, la reproducción y multipicacion de enemigos naturales, en periodos donde los niveles de infestación no sobrepasan los umbrales de acción, ya que después de esto es necesaria la aplicación del control químico, lo que causaría mortalidad sobre los enemigos naturales.

El conocimiento sobre los metodos de muestro, niveles de daño económico y umbrales de accion estudiados en este trabajo de investigación, consnstituyen un factor fundamental para la prevención y control de de las moscas blancas del aguacate, disminuyendo los periodos y dosis de aplicación de insecticidas para el cumplimiento de los protocolos con mercados existentes y fomentar las iniciativas público-privadas para la apertura de nuevos mercados internacionales eliminado todo obstáculo que limite la exportación como lo es la barrera fitosatinaria de tipo entomlogico presentado en este trabajo de investigación.

Las autoridades nacionales y regionales, deben hacer uso de este conocimiento como herramienta básica antes de una toma de decisiones al respecto de la presencia de moscas blancas en los cultivos de aguacates, acorde con las características propias de cada localida.

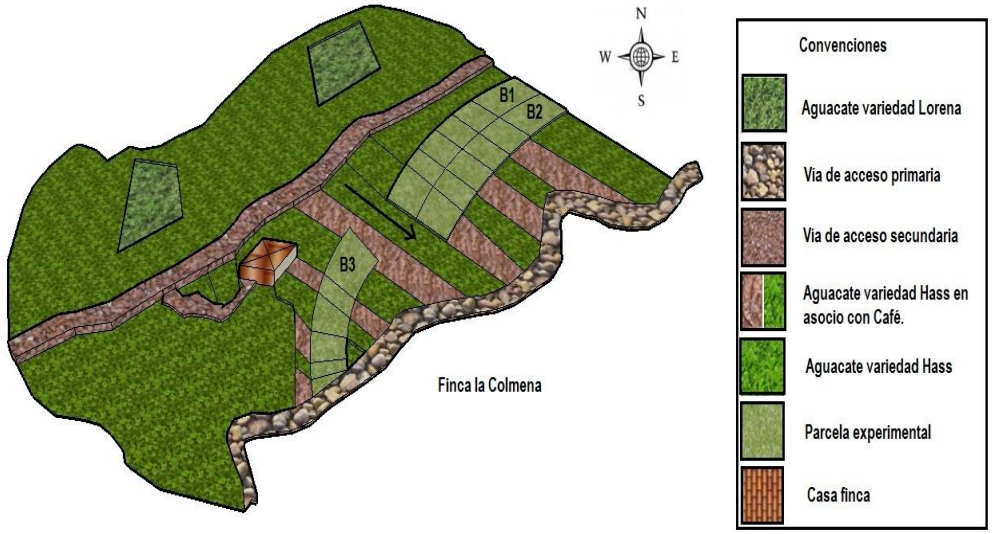
Anexos

Anexo 1. Fincas de aguacate para muestreo general en el municipio de Fresno (Tolima).

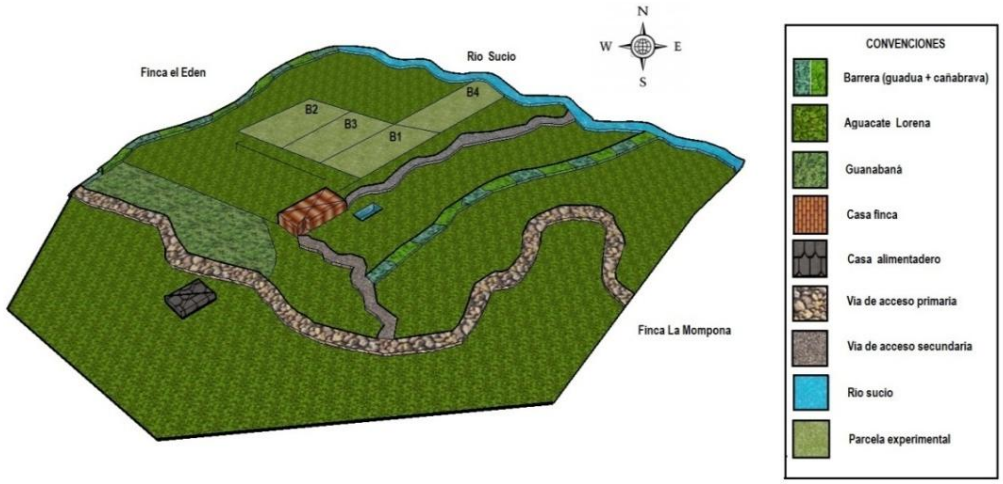
Distribución altitudinal		Cordenadas	
Finca	**m.s.n.m**	**GPS**	
La Colmena	1.361	0,5º 09' 50,6" N	0,75º 0,1' 19,7" W
Villamaría	1.360	0,5º 09' 48,8" N	0,75º 0,1' 17,0" W
La Cabaña	1.316	0,5º 11' 12,6" N	0,75º 0,1' 15,0" W
La Union	1.287	0,5º 11' 15,4" N	0,75º 0,0' 25,0" W
El Tesoro	1.260	0,5º 0,9' 23,3" N	0,75º 0,0' 30,3" W
El Piñal	1.254	0,5º 0,9' 39,8" N	0,75º 0,0' 14,8" W
El Atíco	1.235	0,5º 10' 37,2" N	0,74º 59' 51,4" W
La Esperanza	1.146	0,5º 10' 41,3" N	0,74º 53' 54,4" W
La Chiripa	1.095	0,5º 10' 46,4" N	0,74º 58' 56,0" W

Anexo 2. Datos generales de la finca Soacol.

Nombre del productor: Hugo Barco
Municipio: Fresno
Vereda: La Myreya
Finca: Soacol N°4.
Altura: 1406 m.s.n.m
Coordenadas: N 5º 10' 02.79" W 75º 01' 24,8"
Cultivar de aguacate: Hass



Anexo 3. Datos generales de la finca El Ancla.

Nombre administrador: Juan Carlos Patiño
Municipio: Fresno
Vereda: El Espejo
Finca: El Ancla
Altura: 1.155 m.s.n.m
Coordenadas: N 5º 11' 23,1" W 75º 00' 4,2"
Cultivar aguacate: Lorena


Anexo 4. Análisis de regresión: Regresión lineal del porcentaje de presencia de mosca blanca *Paraleyrodes* sp. pos*. bondari* vs. diferentes altitudes sobre el nivel del mar (Fresno _Tolima).

Procedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: Infestacion

Número de observaciones leídas	9
Número de observaciones usadas	9

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	1	56.66349	56.66349	0.93	0.3663
Error	7	425.18151	60.74022		
Total corregido	8	481.84500			

Raíz MSE	7.79360	R-cuadrado	0.1176
Media dependiente	30.91000	Adj R-Sq	-0.0085
Var Coef	25.21385		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > |t|
Intercept	1	68.06298	38.55391	1.77	0.1208
Atitud	1	-29.55426	30.59895	-0.97	0.3663

Anexo 5. Distribución vertical de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* en fincas del municipio de Fresno (Tolima), ubicadas a diferentes altitudes (m.s.n.m) y su porcentaje de infestación en los cultivares Hass y Lorena de acurdo a los estratos de los arboles.

Distribución altitudinal		Niveles de infestación /finca			Variedad/aguacate		Estratos/arbol	
Finca	m.s.n.m	n	Media	CV (%)	DF	Pr > |t|	X^2 Kruskall_Wallis	Pr > ChiSq
La Colmena	1.361	17	25,49	34,26	15	0,380	2,03	0,362
Villamaría	1.360	18	27,57	43,94	16	0,695	2,15	0,341
La Cabaña	1.316	18	23,33	39,49	13,75	0,140	6,61	0,036*
La Union	1.287	21	44,76	30,55	18,000	0,440	16,08	0,0003*
El Tesoro	1.260	27	23,14	45,02	23,11	0,0001*	10,19	0,005*
El Piñal	1.254	24	25,27	45	20,47	0,021*	0,98	0,611
El Atíco	1.235	21	40,31	41,89	2157	0,011*	1,79	0,408
La Esperanza	1.146	16	33,33	41,42	11,72	0,05*	2,68	0,262
La Chiripa	1.095	17	34,37	48,6	16	0,569	1,10	0,58

*** Significativo al nivel del 5% según Pr > |t| Wilcoxon.**
*** Significativo al nivel del 5% según X^2 Kruskall_Wallis.**

Anexo 6. Anovas: Interacciones de infestación de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* según brotes y hojas en arboles de el cultivar Hass y Lorena aplicando dos métodos de muestreo.

Anova: Interacciones de infestación de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* según brotes y hojas en arboles de el cultivar **Hass** aplicando el método de presencia o ausencia.

Sistema SAS
Procedimiento GLM

Variable dependiente: Porcentaje de infestación por colonias de ninfas de mosca blanca

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	23	1991.176471	86.572890	3.53	0.0352
Error	8	196.323529	24.540441		
Total corregido	31	2187.500000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	infesta Media
0.910252	17.61362	4.953831	28.12500

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Repetición	4	256.4102564	64.1025641	2.61	0.1155
Estrato	1	5.1689847	5.1689847	0.21	0.6585
Brote	2	309.8520811	154.9260406	6.31	0.0226
Hoja	4	289.6783648	72.4195912	2.95	0.0901
Estrato*Brote	2	442.6380447	221.3190223	9.02	0.0089
Estrato*Hoja	4	361.1919911	90.2979978	3.68	0.0552
Brote*Hoja	4	102.2625212	25.5656303	1.04	0.0429
Estrato*Brote*Hoja	2	223.9742267	111.9871133	4.56	0.047

Anova: Interacciones de infestación de *Paraleyrodes* sp. pos*. bondari* según estratos, brotes y hojas en arboles de el cultivar **Lorena** aplicando el método de presencia o ausencia.

Sistema SAS

Procedimiento GLM

Variable dependiente: Porcentaje de infestación por colonias de ninfas de mosca blanca

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	28	3055.080606	109.110022	3.88	0.0025
Error	17	477.528090	28.089888		
Total corregido	45	3532.608696			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	infesta Media
0.864823	19.50396	5.299989	27.17391

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
Repetición	4	421.497585	105.374396	3.75	0.0230
Estrato	1	19.929065	19.929065	0.71	0.4113
Brote	2	96.898921	48.449460	1.72	0.2080
Hoja	4	295.544833	73.886208	2.63	0.0708
Estrato*Brote	2	48.078748	24.039374	0.86	0.4425
Estrato*Hoja	4	649.414270	162.353568	5.78	0.0040
Brote*Hoja	8	1072.507607	134.063451	4.77	0.0033
Estrato*Brote*Hoja	3	451.209577	150.403192	5.35	0.008

Anova: Interacciones de infestación de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* según estratos, brotes y hojas en arboles de **el cultivar Hass** aplicando el método de estimación visual del porcentaje de ninfas en un area de 1,25 cm^2.

Sistema SAS

Procedimiento GLM

Variable dependiente: Porcentaje de infestación por colonias de ninfas de mosca blanca

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	26	576.3046875	22.1655649	6.98	0.0197
Error	5	15.8750000	3.1750000		
Total corregido	31	592.1796875			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	infesta Media
0.973192	60.33788	1.781853	2.953125

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Repeticion	4	31.6849905	7.9212476	2.49	0.1716
Estrato	1	7.5556295	7.5556295	2.38	0.1836
Brote	2	59.6914951	29.8457476	9.40	0.0202
Hoja	4	60.3855395	15.0963849	4.75	0.0589
Estrato*Brote	2	46.0982656	23.0491328	7.26	0.0332
Estrato*Hoja	4	48.7838756	12.1959689	3.84	0.0862
Brote*Hoja	8	315.6809698	39.4601212	12.43	0.0065
Estrato*Brote*Hoja	1	6.4239218	6.4239218	2.02	0.2142

Anova: Interacciones de infestación de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari* según estratos, brotes y hojas en arboles de el cultivar **Lorena** aplicando el método de estimación visual del porcentaje de ninfas en un area de 1,25 cm^2.

Sistema SAS

Procedimiento GLM

Variable dependiente: Porcentaje de infestación por colonias de ninfas de mosca blanca

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	26	1052.355019	40.475193	2.68	0.0172
Error	18	272.339426	15.129968		
Total corregido	44	1324.694444			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	infesta Media
0.794413	80.01722	3.889726	4.861111

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
Repeticion	3	72.5335813	24.1778604	1.60	0.2248
Estrato	1	2.3602537	2.3602537	0.16	0.6975
Brote	2	14.4284262	7.2142131	0.48	0.6284
Hoja	4	216.9817375	54.2454344	3.59	0.0256
Estrato*Brote	2	79.8432140	39.9216070	2.64	0.0989
Estrato*Hoja	4	194.2266488	48.5566622	3.21	0.0373
Brote*Hoja	7	405.5212359	57.9316051	3.83	0.0101
Estrato*Brote*Hoja	3	66.4599213	22.1533071	1.46	0.2577

Anexo 7. Prueba de Chi-cuadrado para distribución binomial negativa: para determinar distribución de colonias de ninfas de moscas blancas del aguacate al aplicar el método de estimación visual en los cultivares Hass y Lorena en fincas del municipio del Fresno (Tolima).

```
                    Sistema SAS
                Procedimiento GENMOD

              Información del modelo

        Conjunto de datos                 WORK.MM
        Distribución            Negative Binomial
        Función de vínculo                    Log
Variable dependiente       Conteoninfacm2    Conteoninfacm2

       Número de observaciones leídas        3000
       Número de observaciones usadas        3000

             Información de nivel de clase

            Clase       Niveles    Valores

             Finca            10    1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
             Árbol             5    1 2 3 4 5
             Estrato           2    1 2
             Brote             3    1 2 3
             Hoja              5    1 2 3 4 5

       Criterios para valorar la bondad de ajuste

Criterio                       DF           Valor        Valor/DF
Desviación                   2979       1693.1463          0.5684
Desviación escalada          2979       1693.1463          0.5684
Chi-cuadrado de Pearson      2979       2627.1379          0.8819
Pearson X2 escalado          2979       2627.1379          0.8819
        Log Likelihood                          8625.3296
        Verosimilitud log completa             -3960.3871
        AIC (mejor más pequeño)                 7964.7743
        AICC (mejor más pequeño)                7965.1142
        BIC (mejor más pequeño)                 8096.9143
```

Análisis de estimadores de parámetros de máxima verosimilitud

Parámetro		DF	Estimador	Error estándar	Wald 95% Límites de confianza		Chi-cuadrado de Wald	Pr > ChiSq
Intercept		1	-0.4828	0.2583	-0.9891	0.0236	3.49	0.0617
Finca	1	1	1.6778	0.2649	1.1586	2.1969	40.12	<.0001
Finca	2	1	1.9185	0.2640	1.4011	2.4359	52.81	<.0001
Finca	3	1	1.6801	0.2622	1.1663	2.1940	41.08	<.0001
Finca	4	1	1.3952	0.2648	0.8762	1.9141	27.77	<.0001
Finca	5	1	1.1836	0.2689	0.6566	1.7106	19.38	<.0001
Finca	6	1	0.5718	0.2682	0.0461	1.0974	4.55	0.0330
Finca	7	1	0.0307	0.2712	-0.5008	0.5623	0.01	0.9098
Finca	8	1	1.4986	0.2675	0.9743	2.0230	31.38	<.0001
Finca	9	1	1.5293	0.2675	1.0049	2.0536	32.67	<.0001
Finca	10	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
Arbol	1	1	0.2009	0.1854	-0.1626	0.5643	1.17	0.2787
Arbol	2	1	0.2592	0.1884	-0.1100	0.6284	1.89	0.1688
Arbol	3	1	-0.0140	0.1909	-0.3882	0.3602	0.01	0.9417
Arbol	4	1	-0.2831	0.1862	-0.6481	0.0819	2.31	0.1284
Arbol	5	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
Estrato	1	1	0.1484	0.1178	-0.0825	0.3792	1.59	0.2077
Estrato	2	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
Brote	1	1	0.1785	0.1424	-0.1006	0.4577	1.57	0.2100
Brote	2	1	-0.0309	0.1442	-0.3134	0.2516	0.05	0.8303
Brote	3	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
Hoja	1	1	-0.6779	0.1861	-1.0426	-0.3132	13.27	0.0003
Hoja	2	1	-0.4139	0.1848	-0.7761	-0.0516	5.01	0.0251
Hoja	3	1	-0.3675	0.1829	-0.7259	-0.0091	4.04	0.0445
Hoja	4	1	0.0083	0.1825	-0.3493	0.3659	0.00	0.9638
Hoja	5	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
Dispersión		1	9.0547	0.4090	8.2530	9.8564		

NOTA: The negative binomial dispersion parameter was estimated by maximum likelihood.

Anexo 8. Prueba de Chi-cuadrado para distribución Poisson: para determinar distribución de colonias de ninfas de moscas blancas del aguacate al aplicar el método de estimación visual de colonias de ninfas de moscas blancas en un area de 1,25 cm^2 en los cultivares Hass y Lorena en fincas del municipio del Fresno (Tolima).

```
                    Sistema SAS
              Procedimiento GENMOD
             Información del modelo

      Conjunto de datos       WORK.NN
      Distribución            Poisson
      Función de vínculo          Log
Variable dependiente    infesta    infesta

Número de observaciones leídas        3000
Número de observaciones usadas        3000

       Información de nivel de clase

      Clase        Niveles    Valores

      Finca             10    1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
      Cultivar           2    1 2
      Árbol              5    1 2 3 4 5
      Estrato            2    1 2
      Brote              3    1 2 3
      Hoja               5    1 2 3 4 5

Criterios para valorar la bondad de ajuste

Criterio                       DF           Valor        Valor/DF
Desviación                   2978      13670.0329          4.5903
Desviación escalada          2978      13670.0329          4.5903
Chi-cuadrado de Pearson      2978      29505.1767          9.9077
Pearson X2 escalado          2978      29505.1767          9.9077
        Log Likelihood                         -2216.4832
        Verosimilitud log completa             -8002.2737
        AIC (mejor más pequeño)                16048.5475
        AICC (mejor más pequeño)               16048.8874
        BIC (mejor más pequeño)                16180.6876
```

Análisis de estimadores de parámetros de máxima verosimilitud

Parámetro		DF	Estimador	Error estándar	Wald 95% Límites de confianza		Chi-cuadrado de Wald	Pr > ChiSq
Intercept	1		-0.6732	0.0976	-0.8646	-0.4818	47.54	<.0001
Finca	1	1	0.4387	0.1037	0.2355	0.6419	17.90	<.0001
Finca	2	1	0.6351	0.1000	0.4391	0.8311	40.34	<.0001
Finca	3	1	1.5824	0.0888	1.4084	1.7564	317.80	<.0001
Finca	4	1	1.2396	0.0918	1.0597	1.4195	182.32	<.0001
Finca	5	1	1.0380	0.0941	0.8536	1.2224	121.73	<.0001
Finca	6	1	0.5325	0.1019	0.3329	0.7321	27.33	<.0001
Finca	7	1	0.0162	0.1139	-0.2070	0.2394	0.02	0.8868
Finca	8	1	1.3068	0.0911	1.1282	1.4854	205.63	<.0001
Finca	9	1	1.2963	0.0912	1.1175	1.4751	201.88	<.0001
Finca	10	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
Arbol	1	1	0.1388	0.0497	0.0413	0.2362	7.79	0.0052
Arbol	2	1	0.2369	0.0486	0.1416	0.3322	23.75	<.0001
Arbol	3	1	-0.1335	0.0532	-0.2378	-0.0292	6.29	0.0121
Arbol	4	1	-0.1115	0.0529	-0.2152	-0.0078	4.44	0.0351
Arbol	5	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
Estrato	1	1	-0.0586	0.0319	-0.1212	0.0040	3.36	0.0566
Estrato	2	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
Brote	1	1	0.1966	0.0389	0.1203	0.2729	25.49	<.0001
Brote	2	1	0.0481	0.0403	-0.0309	0.1272	1.43	0.2325
Brote	3	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
Hoja	1	1	-0.6070	0.0551	- 0.7150	-0.4991	121.54	<.0001
Hoja	2	1	-0.2524	0.0495	-0.3493	-0.1555	26.05	<.0001
Hoja	3	1	-0.2549	0.0495	-0.3519	-0.1579	26.53	<.0001
Hoja	4	1	0.0956	0.0452	0.0071	0.1842	4.48	0.0343
Hoja	5	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
Escal		0	1.0000	0.0000	1.0000	1.0000		

Anexo 9. Regresión lineal simple entre las relaciones logarítmicas varianza-media estimadas con el índice de agregación (b) con la ecuación de Taylor en estratos bajos de aguacate Var. Hass y Lorena.

Var. Hass

Sistema SAS
Procedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: Logvarianza

Número de observaciones leídas	10
Número de observaciones usadas	10

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	1	7.76841	7.76841	166.83	<.0001
Error	8	0.37252	0.04656		
Total corregido	9	8.14093			

Raíz MSE	0.21579	R-cuadrado	0.9542
Media dependiente	1.21693	Adj R-Sq	0.9485
Var Coef	17.73218		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > |t|
Intercept	1	0.94121	0.07150	13.16	<.0001
Logmedia	1	1.80422	0.13969	12.92	<.0001

Var. Lorena

Procedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: Logvarianza

Número de observaciones leídas	10
Número de observaciones usadas	10

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	1	3.80901	3.80901	137.17	<.0001
Error	8	0.23410	0.02926		
Total corregido	9	4.04311			

Raíz MSE	0.17106	R-cuadrado	0.9421
Media dependiente	1.15022	Adj R-Sq	0.9349
Var Coef	14.87231		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > |t|
Intercept	1	0.87218	0.05933	14.70	<.0001
Logmedia	1	1.96923	0.17260	11.41	<.0001

Anexo 10. Regresión lineal simple entre las relaciones logarítmicas varianza-media estimadas con el índice de agregación (b) con la ecuación de Taylor en brote de aguacate Var. Hass y Lorena.

Var. Hass

Procedimiento REG

Modelo: MODEL1
Variable dependiente: Logvarianza

Número de observaciones leídas	10
Número de observaciones usadas	10

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	1	6.84568	6.84568	233.28	<.0001
Error	8	0.23476	0.02934		
Total corregido	9	7.08044			

Raíz MSE	0.17130	R-cuadrado	0.9668
Media dependiente	1.24494	Adj R-Sq	0.9627
Var Coef	13.75996		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > |t|
Intercept	1	0.72213	0.06408	11.27	<.0001
Logmedia	1	2.05941	0.13483	15.27	<.0001

Var.Lorena

Procedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: Logvarianza

Número de observaciones leídas	10
Número de observaciones usadas	10

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	1	4.97364	4.97364	149.01	<.0001
Error	8	0.26703	0.03338		
Total corregido	9	5.24067			

Raíz MSE	0.18270	R-cuadrado	0.9490
Media dependiente	1.09886	Adj R-Sq	0.9427
Var Coef	16.62623		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > |t|
Intercept	1	0.75406	0.06431	11.73	<.0001
Logmedia	1	1.78713	0.14640	12.21	<.0001

Anexo 11. Regresión lineal simple entre las relaciones logarítmicas varianza-media estimadas con el índice de agregación (b) con la ecuación de Taylor en hojas prebasales en un brote de 60 cm de aguacate en el cultivar Hass y Lorena.

Var. Hass

Sistema SAS

Procedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: Logvarianza

Número de observaciones leídas	10
Número de observaciones usadas	10

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	1	6.42794	6.42794	149.01	<.0001
Error	8	0.55195	0.06899		
Total corregido	9	6.97989			

Raíz MSE	0.26267	R-cuadrado	0.9209
Media dependiente	1.35473	Adj R-Sq	0.9110
Var Coef	19.38891		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > |t|
Intercept	1	0.57492	0.11587	4.96	0.0011
Logmedia	1	2.15112	0.22286	9.65	<.0001

Var.Lorena

Sistema SAS

Procedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: Logvarianza

Número de observaciones leídas	10
Número de observaciones usadas	10

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	1	11.30286	11.30286	437.54	<.0001
Error	8	0.20666	0.02583		
Total corregido	9	11.50953			

Raíz MSE	0.16073	R-cuadrado	0.9820
Media dependiente	0.99931	Adj R-Sq	0.9798
Var Coef	16.08381		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > |t|
Intercept	1	0.81534	0.05158	15.81	<.0001
Logmedia	1	1.69177	0.08088	20.92	<.0001

Anexo 12. Varianzas relativas (VR) y Error estándar (Es) de muestreos de ninfas de *Paraleyrodes* sp. pos. *bondari*, mediante dos métodos de muestreo aplicados a los cultivares de aguacate Hass y Lorena.

				Estimación visual (1,25 Cm²)			Presencia/ausencia		
Finca	Brote/rama	Variedad	n	Promedio	Es	VR	Promedio	Es	VR
1	3	HASS	60	0,63	0,08	11,85	1,23	0,10	8,48
2	3	HASS	60	0,80	0,12	15,09	1,35	0,12	8,77
3	3	HASS	60	0,62	0,11	18,52	1,00	0,13	12,58
4	3	HASS	60	0,67	0,11	15,81	1,45	0,14	9,76
5	3	HASS	60	0,47	0,08	17,98	1,40	0,14	10,36
6	3	HASS	60	0,45	0,09	20,75	0,90	0,13	14,39
7	3	HASS	60	0,45	0,09	20,75	0,90	0,13	14,39
8	3	HASS	60	1,08	0,13	12,27	2,37	0,08	3,47
9	3	HASS	60	0,87	0,10	11,46	2,10	0,12	5,51
10	3	HASS	60	0,88	0,12	14,01	1,70	0,13	7,57
Promedio VR						**15,85**			**9,53**
1	3	LORENA	60	0,63	0,13	19,85	1,23	0,13	10,79
2	3	LORENA	60	0,63	0,13	19,85	1,23	0,13	10,79
3	3	LORENA	60	0,50	0,08	16,81	1,35	0,12	8,95
4	3	LORENA	60	0,75	0,09	12,53	1,68	0,13	7,54
5	3	LORENA	60	0,75	0,12	15,40	1,72	0,13	7,47
6	3	LORENA	60	0,75	0,12	15,40	1,72	0,13	7,47
7	3	LORENA	60	0,82	0,09	11,08	1,82	0,14	7,46
8	3	LORENA	60	1,12	0,13	11,48	2,20	0,11	4,81
9	3	LORENA	60	1,30	0,14	10,71	2,02	0,13	6,61
10	3	LORENA	60	0,58	0,08	14,29	1,65	0,12	7,32
Promedio VR						**14,74**			**7,92**
1	4	HASS	60	0,67	0,09	13,65	1,77	0,12	7,04
2	4	HASS	60	0,48	0,08	17,38	2,25	0,16	7,02
3	4	HASS	60	0,63	0,11	17,59	1,45	0,16	10,93
4	4	HASS	60	0,73	0,12	16,48	1,97	0,16	8,37
5	4	HASS	60	0,60	0,10	16,43	1,85	0,17	8,98
6	4	HASS	60	0,47	0,10	22,47	1,20	0,15	12,50
7	4	HASS	60	0,40	0,07	18,02	1,25	0,14	11,03
8	4	HASS	60	1,28	0,14	10,65	3,12	0,11	3,50
9	4	HASS	60	0,80	0,11	14,19	2,67	0,13	4,94
10	4	HASS	60	0,93	0,14	15,25	2,22	0,16	7,12
Promedio VR						**16,21**			**8,14**
1	4	LORENA	60	0,73	0,09	11,63	1,85	0,16	8,70
2	4	LORENA	60	0,55	0,10	17,51	2,28	0,15	6,67
3	4	LORENA	60	0,42	0,09	20,80	1,68	0,13	7,92
4	4	LORENA	60	0,55	0,07	12,54	2,22	0,16	7,04
5	4	LORENA	60	0,52	0,07	13,41	2,22	0,16	7,44
6	4	LORENA	60	0,55	0,10	18,04	1,45	0,16	10,80
7	4	LORENA	60	0,85	0,12	13,65	2,40	0,16	6,80
8	4	LORENA	60	1,05	0,14	13,66	2,87	0,13	4,58
9	4	LORENA	60	1,22	0,15	12,52	2,78	0,16	5,80
10	4	LORENA	60	0,70	0,10	14,53	2,22	0,14	6,44
Promedio VR						**14,83**			**7,22**
1	5	HASS	60	0,63	0,08	11,85	2,33	0,14	5,82
2	5	HASS	60	0,48	0,08	17,38	2,25	0,16	7,02
3	5	HASS	60	0,68	0,13	18,57	1,88	0,18	9,54
4	5	HASS	60	0,68	0,11	16,13	2,45	0,19	7,67
5	5	HASS	60	0,77	0,11	14,99	2,38	0,19	7,80
6	5	HASS	60	0,27	0,08	29,38	1,38	0,17	12,04
7	5	HASS	60	0,50	0,08	15,40	1,70	0,17	10,21
8	5	HASS	60	1,05	0,12	11,85	3,80	0,14	3,58
9	5	HASS	60	0,75	0,11	15,07	3,20	0,15	4,80
10	5	HASS	60	1,03	0,14	13,60	2,85	0,18	6,40
Promedio VR						**16,42**			**7,49**
1	5	LORENA	60	0,90	0,10	10,79	2,53	0,18	7,24
2	5	LORENA	60	0,55	0,10	17,51	2,28	0,15	6,67
3	5	LORENA	60	0,50	0,07	14,65	2,15	0,14	6,52
4	5	LORENA	60	0,78	0,11	14,26	2,80	0,18	6,45
5	5	LORENA	60	0,85	0,11	12,76	2,88	0,18	6,28
6	5	LORENA	60	0,73	0,13	17,11	1,92	0,19	9,71
7	5	LORENA	60	0,95	0,11	11,85	3,05	0,19	6,30
8	5	LORENA	60	1,10	0,13	11,78	3,57	0,16	4,39
9	5	LORENA	60	1,20	0,12	10,25	3,55	0,18	5,20
10	5	LORENA	60	0,80	0,12	14,49	2,83	0,16	5,70
Promedio VR						**13,55**			**6,45**

Anexo 13. Tabla de frecuencias del % de hojas infestadas por ninfas de mosca blanca en 10 fincas con la cultivar Hass.

L_{i-1} - L_i	mi	n_i	N_i	f_i	F_i
(0,00- 8,33]	4,16	64	64	0,11	0,11
(8,33 - 16,66]	12,495	0	64	0,00	0,11
(16,66 - 25,00]	20,83	108	172	0,18	0,29
(25,00 - 33,33]	29,165	0	172	0,00	0,29
(33,33 - 41,66]	37,495	145	317	0,24	0,53
(41,66 - 50,00]	45,83	0	317	0,00	0,53
(50,00 - 58,33]	54,165	0	317	0,00	0,53
(58,33 - 66,66]	62,495	125	442	0,21	0,74
(66,66 - 75,00]	70,83	0	442	0,00	0,74
(75,00 - 83,33]	79,165	108	550	0,18	0,92
(83,33 - 91,66]	87,495	0	550	0,00	0,92
(91,66 - 100,0]	95,83	50	600	0,08	1
Total		600		1,00	

L_{i-1}: Limite inferior; **L_i** : Limite superior; **mi:** Marca de clase; **n_i**: Frecuencia absoluta; **N_i**: Frecuencia absoluta acumulada; **f_i:** Frecuencia relativa; **F_i:** Frecuencia relativa acumulada.

Anexo 14. Tabla de frecuencias del % de hojas infestadas por ninfas de mosca blanca en 10 fincas con el cultivar Lorena.

L_{i-1} - L_i	mi	n_i	N_i	f_i	F_i
(0,00- 8,33]	4,16	38	38	0,06	0,06
(8,33 - 16,66]	12,495	0	38	0,00	0,06
(16,66 - 25,00]	20,83	86	124	0,14	0,21
(25,00 - 33,33]	29,165	0	124	0,00	0,21
(33,33 - 41,66]	37,495	136	260	0,23	0,43
(41,66 - 50,00]	45,83	0	260	0,00	0,43
(50,00 - 58,33]	54,165	0	260	0,00	0,43
(58,33 - 66,66]	62,495	143	403	0,24	0,67
(66,66 - 75,00]	70,83	0	403	0,00	0,67
(75,00 - 83,33]	79,165	118	521	0,20	0,87
(83,33 - 91,66]	87,495	0	521	0,00	0,87
(91,66 - 100,0]	95,83	79	600	0,13	1
Total		600		1,00	

L_{i-1}: Limite inferior; **L_i** : Limite superior; **mi:** Marca de clase; **n_i**: Frecuencia absoluta; **N_i**: Frecuencia absoluta acumulada; **f_i:** Frecuencia relativa; **F_i:** Frecuencia relativa acumulada.

Anexo 15. Comparación de medias mediante prueba de Tukey para variables dependientes: Nivel de Infestación HI/rama, rendimiento, Ingreso, número de aplicaciones, costos de control y diferencia ingreso costo en la producción de aguacate **cultivar Hass.**

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para **NIVEL DE INFESTACION (HI/rama) Var. Hass**

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error de cuadrado medio	170.9502
Valor crítico del rango estudentizado	4.89560
Diferencia significativa mínima	6.0605

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento			Media	N	TRATAM
		A	14.800	36	4
		A			
		A	14.532	36	2
		A			
	B	A	13.690	36	3
	B				
	B		7.235	36	1

Sistema SAS

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para **NUMERO DE APLICACIONES Var. Hass**

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.1
Error Degrees of Freedom	6
Error de cuadrado medio	22.77778
Valor crítico del rango estudentizado	4.06512
Diferencia significativa mínima	11.201

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento		Media	N	Tratam
A		11.333	3	1
A				
B	A	3.333	3	2
B				
B		0.000	3	3
B				
B		0.000	3	4

Sistema SAS
Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para **COSTOS DE CONTROL var. Hass**

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.1
Error Degrees of Freedom	6
Error de cuadrado medio	4.755E11
Valor crítico del rango estudentizado	4.06512
Diferencia significativa mínima	1.62E6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento		Media	N	Tratam
A		1726881	3	1
A				
B	A	441350	3	2
B				
B		0	3	3
B				
B		0	3	4

Sistema SAS
Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para **RENDIMIENTO Var. Hass**

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.1
Error Degrees of Freedom	6
Error de cuadrado medio	575176.1
Valor crítico del rango estudentizado	4.06512
Diferencia significativa mínima	1780

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratam
A	5000.2	3	2
A			
A	4774.4	3	1
A			
A	4725.0	3	3
A			
A	4574.7	3	4

Sistema SAS
Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para INGRESO Var. Hass

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.1
Error Degrees of Freedom	6
Error de cuadrado medio	3.023E11
Valor crítico del rango estudentizado	4.06512
Diferencia significativa mínima	1.29E6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratam
A	3552364	3	2
A			
A	3388652	3	1
A			
A	3552837	3	3
A			
A	3243884	3	4

Sistema SAS
Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para **DIFERENCIA INGRESO COSTO Var. Hass**

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.1
Error Degrees of Freedom	6
Error de cuadrado medio	1.36E12
Valor crítico del rango estudentizado	4.06512
Diferencia significativa mínima	2.74E6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratam
A	3552837	3	3
A			
A	3243884	3	4
A			
A	3111014	3	2
A			
A	1661771	3	1

Anexo 16. Comparación de medias mediante prueba de Tukey para variables dependientes: Nivel de Infestación HI/rama, rendimiento, Ingreso, número de aplicaciones, costos de control, diferencia ingreso costo en la producción de aguacate **cultivar Lorena**.

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para **NIVEL DE INFESTACION (HI/rama) Var. Lorena**

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error de cuadrado medio	186.4879
Valor crítico del rango estudentizado	4.41489
Diferencia significativa mínima	8.7021

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento		Media	N	TRATAM
	A	23.936	48	4
	A			
	A	21.279	48	3
	A			
B	A	18.540	48	2
B				
B		10.460	48	1

Sistema SAS
Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para **NUMERO DE PLICACIONES Var. Lorena**

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.1
Error Degrees of Freedom	9
Error de cuadrado medio	15.95139
Valor crítico del rango estudentizado	3.76114
Diferencia significativa mínima	7.5108

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratam
A	15.750	4	1
B	4.500	4	2
B			
B	0.500	4	3
B			
B	0.000	4	4

Sistema SAS
Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para **COSTOS DE CONTROL Var. Lorena**

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.1
Error Degrees of Freedom	9
Error de cuadrado medio	5.641E11
Valor crítico del rango estudentizado	3.76114
Diferencia significativa mínima	1.41E6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratam
A	2926082	4	1
B	838188	4	2
B			
B	95657	4	3
B			
B	0	4	4

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para **RENDIMIENTO Var. Lorena**

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.1
Error Degrees of Freedom	9
Error de cuadrado medio	1265130
Valor crítico del rango estudentizado	3.76114
Diferencia significativa mínima	2115.2

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratam
A	6279.3	4	1
A			
A	5774.9	4	2
A			
A	4909.4	4	3
A			
A	4704.4	4	4

Sistema SAS
Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para **INGRESO Var. Lorena**

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.1
Error Degrees of Freedom	9
Error de cuadrado medio	2.614E12
Valor crítico del rango estudentizado	3.76114
Diferencia significativa mínima	3.04E6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratam
A	5789382	4	1
A			
A	4114047	4	2
A			
A	3486554	4	3
A			
A	3337898	4	4

Sistema SAS

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para **DIFERENCIA INGRESO COSTO Var. Lorena**

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.1
Error Degrees of Freedom	9
Error de cuadrado medio	3.821E12
Valor crítico del rango estudentizado	3.76114
Diferencia significativa mínima	3.68E6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratam
A	3390896	4	3
A			
A	3337898	4	4
A			
A	3275859	4	2
A			
A	2863300	4	1

Anexo 17. Regresión lineal simple: Perdida de rendimiento (kg/ha) de aguacate Hass por efecto de infestación mosca blanca

Sistema SAS
Procedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: rend

Número de observaciones leídas	4
Número de observaciones usadas	4

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	1	61618	61618	1.29	0.3739
Error	2	95557	47779		
Total corregido	3	157175			

Raíz MSE	218.58336	R-cuadrado	0.3920
Media dependiente	4693.57500	Adj R-Sq	0.0881
Var Coef	4.65708		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > |t|
Intercept	1	4191.18491	455.68930	9.20	0.0116
infesta	1	39.98568	35.21014	1.14	0.3739

Anexo 18. Regresión lineal simple: Perdida de rendimiento (kg/ha) de aguacate Lorena por efecto de infestación mosca blanca

Sistema SAS

Procedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: rend

Número de observaciones leídas	4
Número de observaciones usadas	4

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	1	1461959	1461959	16.69	0.0550
Error	2	175183	87592		
Total corregido	3	1637143			

Raíz MSE	295.95902	R-cuadrado	0.8930
Media dependiente	5417.00000	Adj R-Sq	0.8395
Var Coef	5.46352		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > |t|
Intercept	1	7639.28943	563.72609	13.55	0.0054
infesta	1	-119.75639	29.31316	-4.09	0.0550

Anexo 19. Regresión lineal simple: Costo de manejo por unidad de producción ($/ha) cultivar Hass por efecto de la infestación.

Sistema SAS
Procedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: infesta

Número de observaciones leídas	4
Número de observaciones usadas	4

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	1	34.70428	34.70428	18.10	0.0511
Error	2	3.83456	1.91728		
Total corregido	3	38.53884			

Raíz MSE	1.38466	R-cuadrado	0.9005
Media dependiente	12.56425	Adj R-Sq	0.8508
Var Coef	11.02063		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > |t|
Intercept	1	14.82134	0.87222	16.99	0.0034
costcontrol	1	-0.00000416	9.787101E-7	-4.25	0.0511

Anexo 20. Regresión lineal simple: Costo de manejo por unidad de producción ($/ha) cultivar Lorena por efecto de la infestación.

Procedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: infesta

Número de observaciones leídas	4
Número de observaciones usadas	4

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	1	99.04757	99.04757	68.52	0.0143
Error	2	2.89086	1.44543		
Total corregido	3	101.93843			

Raíz MSE	1.20226	R-cuadrado	0.9716
Media dependiente	18.55675	Adj R-Sq	0.9575
Var Coef	6.47883		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimador del parámetro	Error estándar	Valor t	Pr > |t|
Intercept	1	22.63372	0.77712	29.12	0.0012
costcontrol	1	-0.00000422	5.103811E-7	-8.28	0.014

Bibliografía

1. Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol., 18:265-267.

2. Barragán, E; Carabalí, A.; Vanegas, M.; Ramírez, L.; Monje, B.; Varón, E.; Barrios, L; Bernal, N.; Naranjo, LT. 2010. Informe final proyecto "Opciones biológicas y no convencionales como estrategias para el manejo de trips (Thysanoptera: Thripidae), en aguacate (*Persea americana* Mill), en los Departamentos del Valle del Cauca y Tolima. CORPOICA. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 86 p.

3. Barreto, Q., O.; Garzón, P.M.; Oviedo, M.; Flórez, R.T.; Correa, R.N.; Rodríguez, B. F.; Montero, V.W. 2011. Gobernación del Tolima, Gabinete departamental: Estadísticas básicas del municipio de Fresno Tolima.

4. Basso, C.; Franco, J.; Grille, G Y Pascal C. 2001. Distribución espacial de *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en plantas de tomate. *Bol. San. Veg. Plagas, 27: 475-487.* Facultad de Agronomía, Av. Garzón 78012900 - Montevideo, Uruguay.

5. Bermeo, A. H.; Saavedra, M. C.; Sandoval, A. A. 2010. Prospectiva para la innovación en la agrocadena del Aguacate en el Tolima. Universidad de Ibagué. ISBN: 978-958-754-016-1. 106p.

6. Bernal, A.; Díaz, C. 2008. Tecnología para el cultivo del Aguacate. Manual técnico 5. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Centro de Investigación La Selva, Rio Negro, Colombia. 241 p.

7. Bernal, L.; Pesca, L. 2007. Desarrollo de un plan de muestreo directo para la determinación de la densidad de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos comerciales de tomate. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá. 71 p.

8. Borror, D.J.; Triplehorn, C.A.; Jhonson, N.F. 1992. An introduction to the study of insects. Harcourt Brace College Publishers. Sixth edition. Philadelphia (U.S.A). 825 p.

9. Bower, J.; Cutting J. 1988. Avocado fruit development and ripening physiology. Horticultural Reviews. 10, 229-271.

10. Bueno, J.; Cardona, C.; Chacón, P. 2005. Fenología, distribución espacial y desarrollo de métodos de muestreo para *Trialeurodes vaporariorum* (Homóptera: Aleyrodidae) en habichuela y fríjol. Rev. Col. Ent. 31 (2): 161 - 170.

11. Buntin, D. 1994. Developing a primary sampling program. pp. 99-115. En: Pedigo, L.P. y G.D. Buntin. Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. CRC Press, Boca Ratón, FL. 714 p.

12. Caballero, R. 1992. Whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) from Central America and Colombia including slid–mounted pupal and field keys for identification, natural enemies and economic importance. Tesis de maestría. Kansas State University. Manhatan. USA. 201 p.

13. Caballero, R. 1994. Clave de campo para inmaduros de moscas blancas de Centroamérica (Homoptera: Aleyrodidae). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. CEIBA, Volumen 35(1):47-51 Publicación No. 585 DPV / EAP.

14. Caicedo, R., L S; Varón, D, E H; Baca, T L; Carabalí, A. 2010. Daños ocasionados por el perforador del aguacate *Heilipus lauri* Boheman (Coleóptera: Curculionidae) en Tolima (Colombia). En: Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuria. Vol 11. No 2. Julio – Diciembre 2010. pp 129 – 136.

15. Caicedo, R., L S.; Varón, D, E H. 2013. Avance técnico. Nivel de daño económico para la mosca blanca en aguacate (*Persea americana* Mill) Hass y Lorena. Corpoica. 135 p.

16. Cardona, C.; Rodríguez, A.; Prada, P. 1993. Umbral de acción para el control de la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* (Westood) (Homóptera: Aleyrodidae), en habichuela. Revista Colombiana de Entomología. 19(1): 27-33.

17. CDFA. California Department of Food and Agriculture. 1991. California Plant Pest and Desease Report. Volumen 10, Número 1-2.

18. Cho, K.; Eckel, C.S.; Walcenbach, J.F.; Kennedy, G.G. 1995. Spatial distribution and procedures for *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae) in stalked tomato. Journal of Economic Entomology, v.88, n.6, 1658-1665.

19. Costa Lima, A. Da. 1928. "Contribuicao as estudio dos aleyrodideos da subfamilia Aleurodicinae". *Supplio. Mems. Inst. Oswaldo Cruz 4: 128-140.*

20. Cruz, G.; Varón, E. 2013. 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. Universidad de Cundinamarca. Trabajo de grado para optar al título de ingeniero agrónomo. 128 p.

21. Davenport, T. 1986. Avocado Flowering. Horticultural Reviews. 8, 257-289.

22. Davis, P. 1994. Statistics for describing population. pp. 33-54. En: Pedigo, L.P.; Butin G.D. Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. CRC Press, Boca Raton, FL. 714 p.

23. Diehl, J.; Ellsworth, P.; Naranjo, S. 1997. Whitefly in Arizona: Binomial Sampplin g of nymphs. Cooperative extension. Nº 11. The University of Arizona, College of Agriculture. Tucson, Arizona. 2 p.

24. Duque, M.C. 1986. Patrones de distribución espacial de artrópodos y su importancia en la definición de un plan de muestreo. Seminario-taller. Miscelánea. Sociedad Colombiana de Entomología, Bogotá. pp 1-29.

25. Ellsworth, P.; Diehl, J.; Dennehy, T.; Naranjo, S. 1996. Sampling Sweetpotato Whitefly Nymphs in Cotton. IPM Series No.6. Publ. No. 196006. University of Arizona, College of Agriculture and Life Sciences, Cooperative Extension, Tucson, Arizona. On Line: http://cals.arizona.edu/crops/cotton/insects/wf/ipm6.html.

26. Evans, G. 2008. The Whiteflies (Hemiptera:Aleyrodidae) of the World, and their Host Plants and Natural Enemies. Versión 2008 -09-23. 703 p. Disponible en: www.sel.barc.usda.gob:8080/lwF/World-Whiteflv-catalog.pdf,Consultado: Septiembre del 2013.

27. FAO. Food And Agriculture Organization Of the United Nations. 2013. En: http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx. Consultado el: 9 de Mayo de 2013.

28. Farias, P.R.S. 1996 Distribuição espacial e amostragem seqüencial de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) na cultura do milho. Jaboticabal, SP, 129 p. Dissertação (Mestrado em Experimentação Agronômica), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

29. García, G.; Garijo, A.; García ,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 Sección de Protección de los Vegetales. Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura y Pesca de Málaga. Camino Viejo de Vélez 8, Torre de Benagalbón, 29738 Málaga. Plaga. Bol. Sanidad Vegetal. Plagas, 18: pp 3-9.

30. Gallego, F.L. y Veléz, 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.

31. Gill, R. 1990. The morphology of whiteflies, pp. 13-46 *In* D. Gerling [ed.], Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management. Intercept LTD, United Kingdom, 348p.

32. Gusmão, M.R. 2000. Avaliação de vetores de viroses, predadores e parasitóides e planos de amostragem para mosca-branca em tomateiro. Viçosa, MG,. 142 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa.

33. Gusmão, M. R 2004. Muestreo del minador de hoja *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) en el cultivo del tomate en Coimbra e Viçosa, Brasil. Trabajo de grado para optar al título doctor en ciencias con énfasis en entomología. 88 p.

34. Hernández, T. L.A. y García M, J.L. 2011. Control químico de mosquita blanca en el cultivo de aguacate en Urapán, Michoacán México. Trabajo de grado para optar al título de ingeniero agrónomo con especialidad en parasitología. 55 p.

35. Hoddle, M. S. 2006. Phenology, Life Tables, and Reproductive Biology of *Tetraleurodes perseae* (Hemiptera: Aleyrodidae) on California Avocado. Department of Entomology, University of California, Riverside, CA 92521.

36. Hodges, G.; G.A. Evans. 2005. An identification guide to the whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the southeastern United States. Florida Entomologist. 88 (4): 518-534.

37. Hruska, A. J.; Rossett, P. M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Manejo integrado de plagas (Costa Rica) 5: 30-44.

38. ICA. Instituto Colombiano Agropecuario. 2012. Manejo fitosanitario del cultivo del aguacate Hass (*Persea americana Mill*). En: http://www.ica.gov.co/getattachment/4b5b9b6f-ecfc-46e1-b9ca-b35cc1cefee2/-nbsp;Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-Aguacate.aspx. Consultado: 4 de marzo de 2013.

39. Ives, P.M.; Moon, R.D. 1987. Sampling theory and protocol for insects. pp. 49-75. En: Teng, P.S. (ed.). Crop loss assessment and pest management. American Phytopathological Society Press, USA. 270 p.

40. Knight, R. 2002. The avocado, botany, production and uses. Capítulo 1: History, distribution and uses. First edition. CABI Publishing, Londres. En: Whiley, A., B. Schaffer y B. Wolstenholme (ed.). pp 13-24.

41. Larral, P.; Ripa, R. 2009. Manejo de plagas en paltos y cítricos. Instituto de Investigaciones agropecuarias, Gobierno de Chile. INIA. 23 p.

42. Lurentin, H.; Pereira, C. 2002. Patron de distribución y muestreo de estados inmaduros de la mosca blanca *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) en ajonjolí (Sesamun indicum L). Bioagro Vol 14, N0. 003. Universidad Centro Occidental lisandro Alvarado. Barqusimeto-Cabudare, Venezuela. Pp 145 – 152.

43. Leibee, G. 2012. Florida entomological society. 95th annual meeting presentation abstracs. Florida Julio. pp 22 – 25.

44. Lemus, G.; Ferreyra, R.; Gil, P.; Maldonado, P.; Toledo, C.; Barrera, C.; Celedón, J. 2005. Boletín INIA 129: El Cultivo del Palto. Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias -INIA-. 81 p.

45. Lewis. T. 1997. Thrips as Crop Pest. CAB Internacional. Wallingford, UK. 740 p.

46. López, 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.

47. López-Ávila, A.; Cardona, C.; García, J.; Rendón, F.; Hernández, P. 2001. Reconocimiento e identificación de enemigos naturales de moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. Revista Colombiana de Entomología. 27 (3-4): 137-141.

48. López, G.; Perez, J.; Kleinn, C. 2001. SAS: Aplicaciones en el campo agropecuario y de los recursos naturales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Sub unidad de estadística. 154 p.

49. MADR. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2012. Anuario Estadístico de Frutas y Hortalizas 2007-2011. En: http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/Anuario/anuarioFH20062010.pdf Consultado: Abril 27 del de 2013.

50. Maoz, J.; Gal, S.; Zilberstein, M.; Izha, Y.; Alchanatis, V.; Coll, M.; Palevsky, E. 2010. Determining an economic injury level for the perseae mite, *Oligonychus perseae*, a new pest of avocado in Israel. Department of Entomology, Institute of Plant Protection, Volcani Agricultural Research Organization (ARO), Newe-Ya'ar Research Center, POB 1021, Ramat Yishay, 30095, Israel.

51. Martin, J. H. 1996. Neotropical whiteflies of the subfamily Aleurodicinae established in the western Palearctic (Homoptera: Aleyrodidae). Journal of Natural History. 30, 1849-1859.

52. Martin, J. H. 2004. Whiteflies of Belize (Hemiptera: Aleyrodidae) Part 1 - introduction and account of the subfamily Aleurodicinae Quaintance & Baker. Zootaxa. 681: 1-199.

53. Martin, J. H. 2005. Whiteflies of Belize (Hemiptera: Aleyrodidae), Part 2 - a review of the subfamily Aleyrodinae Westwood. Zootaxa. 1098: 1-116.

54. Martin, J.H. 2006. The identity of *Paraleyrodes perseae* (Quaintance) (Stemorrhyncha: Aleyrodidae), a potential pest of fruit trees in the United States and beyond. Zootaxa 1128, 3547.

55. Martin, J.H.; Mound, L.A. 2007. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). En: Zootaxa 1492. ISBN 978-1-86977-111-9. 84 p.

56. Moreno, B.; Barrera JF.; Pinzón E.; Valle MJ. 2002. Nivel de daño económico del cacahuate. En: Tres plagas del café en Chiapas. Colegio de la frontera del sur.

57. Morales, F.J.; Cardona, C.; Bueno M.J.; Rodriguez, E.I.2006. Manejo Integrado de enfermedades de plantas causadas por virus transmitidos por moscas blancas. Ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical (Colombia), 43 p.

58. Mound, L.A.; Halsey, S. H. 1978. Whitefly of the World A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homóptera) with host plant and natural enemy data. British Museum (Natural History). 340 p.

59. Moura, F.M. 2001. Plano de amostragem convencional da mosca-branca *Bemisia tabaci* (GENN.) (Homoptera: Aleyrodidae) na cultura do pepino. Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Entomologia, para obtenção do título de “Magister Scientiae” 61 p.

60. Nakahara, S. 1995. Taxonomic studies of the genus *Tetraleurodes* (Homoptera: Aleyrodidae). Insecta Mundi 9: 105-150.

61. Naranjo, S. E; Chu, C. C ; Henneberry, T. J. 1996. Economic Injury levels for *Bemisia tabaci* in cotton: impact of crop prices, control cost, and efficacy of control, Crop Prot 15: 779 -778.

62. Nault, B.A.; Kennedy, G.G. 1996. Sequential sampling plans for use in timing insecticide applications for control of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) in potato. Journal of Economic Entomology, v.89, n.6, pp 1468-1476.

63. Olaeta, J.A. 2003. Industrialización del aguacate: Estado actual y perspectivas futuras. Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Valparaíso-Chile.

64. Osio, U.O. 2006. Ácidos grasos, colesterol, aguacate y salud humana. I Encuentro de la Cadena Productiva. Rionegro, Recinto Quirama. Presentación Digital.

65. Pantoja, A.; Fischer, A.; Correa-Victoria, F.; Sanint, L.; Ramírez A. 1997. MIP en Arroz: Manejo integrado de plagas; Artrópodos, enfermedades y malezas. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. (Publicación CIAT N° 292). 141p.

66. Paula, S.V.; Picanço, M.; Vilela, E.F.; Fontes, P.C.R. 1998. Incidência de insetos vetores de fitovírus em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) circundado por faixas de culturas. Revista Brasileira de Entomologia. v.41, n.3, pp 555-558.

67. Pedigo, L.P. 1988. Entomology and pest management. New York: Macmillan., 646 p.

68. Pedigo, L.P.; Zeiss, M. R. 1996. Analyses in insect Ecology and Management. Iowa State University Press. Ame. Iowa. 186 p.

69. Pedigo, L.P, 1996. Umbrales Económicos y Niveles de Daño Económico. Departamento de Entomología. Universidad del Estado de Iowa 679 p.

70. Pedigo, L.P.; Hutchins SH.; Higley LG. 1986. Economic injury levels in theory and practice. Annual Review of Entomology. 31: 341-368 p.

71. Posada, L. 1989. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, (Boletín Técnico No. 43). 662 p.

72. Quiroga, L.; Varón, E.; Cruz, G.; Monje, B.; Sierra, P. 2014. Ciclo biológico de *Paraleyrodes* sp. pos. bondari (Hemiptera: Aleyrodidae) e identificación de parasitoides en aguacate (*Persea americana* Mill). En memorias: Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN 41° CongresoSantiago de Cali, Colombia. P. 193.

73. Ríos, D.; Corrales, D. M.; Daza, G. J.; Aristizábal, A. 2005. Aguacate: cultivares y patrones importantes para Colombia. Candelaria, Colombia: PROFRUTALES Ltda. Palmira Profrutales Feriva. (P. 221).

74. Ríos, D. y R. Tafur. 2003. Cultivares de aguacate para el trópico: Caso Colombia. pp. 143-147. En: Proceedings V World Avocado Congress. Malaga, España.

75. Ripa R.; Larral P.; Rodríguez S. 2008. Manejo de Plagas en Paltos y Cítricos. Manejo Integrado de Plagas (MIP). Capítulo 2. En: http://www.avocadosource.com/books/Ripa2008/Ripa_Chapter_02.pdf.

76. Rodríguez, A.; Hiller, M; Williams, E. 1996. Umbrales de acción para la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), en tomate. Revista Colombiana de Entomología. 22(1): 87-89.

77. Rodríguez, I.; Morales, H.; Cardona, C. 2003. Líneas base, dosis diagnóstico y medición periódica de resistencia a insecticidas en poblaciones de adultos e inmaduros de *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en el Valle del Cauca, Colombia. Revista Colombiana de Entomología 29 (1): 21-27.

78. Rueda, A.; Francisco R.; Badenes, P.; Shelton M.A. 2007. Developing economic thresholds for onion thrips in Honduras. Crop Protection. 26: 1099–1107.

79. SAGARPA. 2002. Norma Oficial Mexicana. NOM-066-FITO-2002. Especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate. Secretaria de Agricultura, Ganadería de Desarrollo Rural. Diario oficial, primera sesión, pp 54-65., 26 de abril de 2002.

80. Saldarriaga, V. A.; Posada, F. J. 1993. Moscas blancas de Colombia: Reconocimiento clasificación, daños y comportamiento. En: XX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen). 1993. Memorias julio 13, 14, 15 y 16 de 1993, Cali Colombia pp 259-287.

81. Sánchez, J. 2005. Control de Mosca Blanca (*Paraleyrodes persea* Quaitance y/o *Tetraleurodes persea*) con microorganismos entomopatógenos. En: Boletín el Aguacatero N° 44, http://www.aproam.com/boletines/a44.htm. Consultado: 07 de enero del 2013.

82. Santos, A., O F; Varón, D., E H: Gaigl, A. 2010. Determinación del nivel de daño económico y la fluctuación poblacional *de Neohydatothrips signifer* (priesner 1932). (thysanoptera: thripidae) en maracuy*á (Passiflora edulis* degener) var. flavicarpa en el municipio de suaza (Huila). Tesis de grado para optar al título de M.Sc. en Ciencias Agrarias. Entomología. Universidad Nacional de Colombia cede Bogotá. 130 p.

83. SAS INSTITUTE, INC. 2009. SAS user guide: Statistical Analysis System, version 9.2. Cary, NC, USA.

84. Scora, R., B.; Wolstenholme.; Lavi U. 2002. Capítulo 2. Taxonomy and Botany. pp. 25-45. En: Whiley, A., B. Schaffer; B. Wolstenholme (ed.). The avocado, botany, production and uses. Primera edición. CABI Publishing, Londres.

85. Secretaria de Agricultura del Tolima. 2011. Fuentes de ingreso del municipio de Fresno (Tolima). En: http://pyr-fresno.blogspot.com/ Paz y región líderes en convicción. Consultado: 15 de Mayo del 2013.

86. Segura, S.C; Moreira, D.M; G; 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 agrónomo. Bogotá: UDCA, Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas, 2012. 72 p.

87. Shuster, D.J. Intraplant distribution of immature estages of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. Environmental Entomology, v.27, n.1, p.1-9, 1988.

88. Sierra, P. V; Quiroga L. F; Varón, D. E. H. 2013. Preferencia de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp.) por cultivares de aguacate (*Persea americana* MILL) en Fresno, Tolima. 24 p.

89. Sokal, R.; Rohlf, J., 1979: Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Madrid. Blume.

90. Southwood, T. R. E., 1978: Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. London, UK. Chapman and Hall.

91. Southwood, T.R.E.; Henderson P.A. 2000. Ecological Methods. 592 p. 3rd ed. Blackwell Science. Oxford, United Kingdom.

92. Stern, V.M; Smith, R.F; Van den, Bosch.R; Hagen K.S. 1959. The integrated control concept. Hilgardia. 29:81-101 p.

93. Stell, R. G.; Torrie, J. H. 1985. Bioestadística: principios y procedimientos. 2Ed. Bogotá: McGraw-Hill, 622 p. ISBN-968-451-495-6.

94. Sterling, W.L.; Bleicher, E.; Jesus, F.M.M. Um programa de manejo integrado para insetos do algodoeiro no nordeste do Brasil usando amostragem seqüencial. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v.12, n.1, pp 85-98, 1983.

95. Stocks, I. 2012. Bondar's Nesting Whitefly, *Paraleyrodes bondari*, a Whitefly (Hemíptera: Aleyrodidae) New to Florida Attacking *Ficus* and Other Hosts. *Pest Alert*.

96. Tamaki, Yoshjjp. 1977. Complexity, diversity and specificity of behavior modifying chemicals of insect behavior: Theory and Application. H.H. Shorey and John J. McKelvey, Jr. editores Joth Wiley and Sons. New York.

97. Taylor, L. R., 1961: Aggregation, variance and the mean. Nature, 189: 732-735.

98. Taylor, L. R., 1984: Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. Annual Review of Entomology, 29: 321-357.

99. Trindade, T.; Florencio, A. 2012. Predação de espécies de moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) por *Chrysoperla* Steinmann (Neuroptera: Chrysopidae) no Estado do Rio de Janeiro– Brasil. Entomotropica Vol. 27(2): 71-75. En: http://www.entomotropica.org/index.php/entomotropica/article/view/333/385.

100. Thompson, J. N. (1988). Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and perf-ormance of o.ffspring in phytophagous insects. *Entomología experimentalis et applicata* 47, 3-14.

101. Vargas, R; Olivares, N; Ubillo, A. 2008. Manejo de Plagas en Paltos y Cítricos. Manejo Integrado de Resistencia (MIR) y selectividad de plaguicidas. Capítulo 5b. En: http://www.avocadosource.com/books/Ripa2008/Ripa_Chapter_05b.pdf.

102. Vega. Y, J. 2012. El aguacate en Colombia: Estudio de caso de los montes de Maria, en el Caribe Colombiano, Banco de la Republica: Centro de estudios regionales (CERR) – Cartagena. ISSN 1696-3715.

103. Vergara. R, R. 1996. Entomología económica. Capitulo 4. La economía y el manejo de plagas. Medellín: Contemporánea Talleres practicos pp 76 – 124.

104. Wolstenholme, B.; Whiley A. 1995. Strategies for maximizing avocado productivity: An overview. pp 61-70. En: Proceedings III World Avocado Congress. Israel.

105. Yabrudy, J. 2012. El aguacate en Colombia: Estudio de caso de los Montes de María, en el Caribe colombiano. En: Banco de la República, Centro de Estudios Económicos CEER. http://www.banrep.gov.co/documentos/publicaciones/regional/documentos/dtser_171.pdf. Consultado: 7 de enero Marzo del 2013.

106. Yano, E., 1983: Spatial distribution of greenhouse whitefly (Trialeurodes vaporariorum Westwood) and a suggested sampling plan for estimating its density in greenhouses. Research of Population Ecology, 25: pp 309-320

107. Yee, L. W.; Phillips, A .P.; Faber, B. A.; Rodgers, L. J. 2001. Relationships between *Scirtothrips perseae* (Thysanoptera: Thripidae) Populations on Avocado Leaves, Fruit, and Scarring Damage on Fruit. En: Environmental Entomology 30(5):932-938. Vol 30. No 5. 7 p.