

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS



JOSÉ LUIS DE LEÓN MÉRIDA

GUATEMALA, AGOSTO 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

**ESTUDIO DE LOS THRIPS (*Frankliniella Occidentalis Pergande*) ASOCIADOS A
NUEZ DE MACADAMIA (*Macadamia integrifolia Mueller*), EN FINCA MONTE
DE ORO SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.**



TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE

AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA

POR

JOSÉ LUIS DE LEÓN MÉRIDA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, AGOSTO 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

LIC. CARLOS ESTUARDO GALVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	DR. LAURIANO FIGUEROA QUIÑONEZ
VOCAL I	DR. ARIEL ABDERRAMÁN ORTÍZ LÓPEZ
VOCAL II	ING. AGR. MSC. MARINO BARRIENTOS GARCÍA
VOCAL III	ING. AGR. MSC. OSCAR RENÉ LEIVA RUANO
VOCAL IV	BACHILLER LORENA CAROLINA FLORES PINEDA
VOCAL V	P. AGR. JOSUÉ ANTONIO MARTÍNEZ ROQUE
SECRETARIO ACADÉMICO	ING. AGR. CARLOS ROBERTO ECHEVERRIA ESCOBEDO

GUATEMALA, AGOSTO 2011

Guatemala, Agosto 2011

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado;

**ESTUDIO DE LOS THRIPS (*Frankliniella occidentalis Pergande*) ASOCIADOS A
NUEZ DE MACADAMIA (*Macadamia integrifolia Mueller*), EN FINCA MONTE
DE ORO SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.**

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos para su aprobación, sin otro particular me suscribo de ustedes, como su atento y seguro servidor.

“ID Y ENSEÑADA A TODOS”

JOSÉ LUIS DE LEÓN MÉRIDA

ACTO QUE DEDICO A:

- YHV:** Creador del universo, por su amor y misericordia
- MIS PADRES:** Esperanza Mérida Quiroa (QEPD) y Martín de León y de León
Como una forma de honrarlos por su ayuda, apoyo y paciencia tenida
- MIS HERMANOS:** Patricia, Juan Ramón, Jorge Mario (QEPD), Carlos, Amparo, Euda (QEPD), Raúl, Arnoldo (QEPD) y Edelmira.
Por la ayuda y apoyo recibido.
- MI ESPOSA:** Maritza, ayuda idónea por su apoyo y comprensión incondicional
- MIS HIJOS:** Cindy Maritza, Luis Roberto, Fernando José (QEPD) y Daniel Alejandro
Que este logro, sirva de estímulo para su superación personal
- MIS NIETAS:** Marissa Danielle y Dulce Fernanda
Mis dos tesoritos
- MIS SOBRINOS Y SOBRINAS:** Michelle, Sandy, Eduardo, Denis, Junior, Marlyn, María Fernanda, Cindy Josefina, Estefani, Moisés.
Que este logro, sirva de estímulo para su superación personal.
- MIS PRIMOS Y PRIMAS:** Paternos y maternos
- MIS AMIGOS:** Lic. Víctor Manuel Cirraiz, Lic. Ramiro García Paz e Ing. Agr. Otto Lemus
Lic. Cesar Sagastume
Por la amistad de años que nos une, ayuda y comprensión.
- MI PATRIA:** Nación bella y bendita de DIOS

AGRADECIMIENTOS

MIS ASESORES: **Ing. Agr. MSc. Filadelfo Guevara Chávez, por su apoyo, paciencia y comprensión incondicional.**

Dr. Marco Tulio Aceituno Juárez, por su ayuda incondicional.

Dr. David Monterroso Salvatierra, por su ayuda incondicional.

**MI SUPERVISOR
DE EPS**

Ing. Agr. Marco Vinicio Fernández Montoya, por su ayuda Incondicional

ÍNDICE DE CONTENIDO

	<u>PÁGINA</u>
1	INTRODUCCIÓN ----- 1
2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA ----- 2
3	MARCO TEÓRICO ----- 3
3.1	MARCO CONCEPTUAL ----- 3
3.1.1	Historia del cultivo de macadamia ----- 3
3.1.1.1	Origen y distribución ----- 3
3.1.1.2	Importancia económica ----- 4
3.1.1.3	Características del cultivo ----- 4
3.1.1.4	Descripción botánica ----- 5
3.1.1.5	Condiciones ecológicas del cultivo ----- 6
A	Temperatura ----- 6
B	Altitud y luminosidad ----- 6
C	Precipitación pluvial y humedad relativa ----- 6
D	Suelos ----- 7
E	Viento ----- 7
3.1.1.6	Requerimientos nutricionales ----- 7
3.1.2	Características ecológicas de las plagas insectiles ----- 8
3.1.2.1	Población de insectos ----- 8
3.1.2.2	Plagas del cultivo de macadamia ----- 9
3.1.3	Los trips ----- 10
A	Clasificación taxonómica ----- 10
B	Características de los trips ----- 11
C	Anatomía interna de los trips ----- 11
D	Ciclo de vida de los trips ----- 12
E	Hábitos y comportamiento de los trips ----- 14
F	Daño de los trips ----- 14
3.2	MARCO REFERENCIAL ----- 15
3.2.1	Localización geográfica ----- 15
3.2.2	Descripción ecológica de la finca ----- 15
3.2.3	Datos específicos del área de estudio ----- 17
4	OBJETIVOS ----- 19
4.1	OBJETIVO GENERAL ----- 19
4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS ----- 19
5	HIPÓTESIS ----- 19
6	METODOLOGÍA ----- 20
6.1	Metodología del muestreo ----- 20
6.1.1	Determinación del número de muestras ----- 20
6.1.2	Identificación de las especies de trips ----- 21

	<u>PÁGINA</u>
6.1.3	Estimación de la preferencia de las especies de trips por estrato del árbol ----- 22
6.1.4	Estimación del punto cardinal de la finca con mayor presencia de trips ----- 22
6.2	Análisis de la información ----- 23
7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN ----- 24
7.1	Determinación del número de muestras ----- 24
7.2	Determinación de las especies de trips ----- 25
7.3	Cantidad de trips por estrato del árbol ----- 27
7.4	Preferencia de los trips por punto cardinal de la finca Monte de oro ----- 29
8	CONCLUSIONES ----- 32
9	RECOMENDACIONES ----- 32
10	BIBLIOGRAFÍA ----- 33
	 INDICE DE CUADROS ----- Pág.
1	Número de muestras asignadas por secciones de la finca ----- 24
2	Cantidad de trips por estrato del árbol de macadamia ----- 27
3	Análisis de varianza para numero de trips por lugar, estrato y punto cardinal ----- 28
4	Prueba de Duncan para trips por estrato ----- 29
5	Cantidad de trips por punto cardinal de la finca y por estrato de los árboles de macadamia ----- 30
6	Prueba de Duncan para trips por punto cardinal ----- 31
7	Prueba de Duncan para trips por lugar ----- 31
	 INDICE DE FIGURAS ----- Pág.
1	Ciclo de vida de los trips ----- 13
2	Mapa cartográfico de Santiago Atitlán, Sololá ----- 16
3	Vías de acceso a la finca Monte de oro ----- 17
4	Mapa cartográfico de la finca Monte de oro ----- 18
5	Vista de trips adultos y ninfas ----- 25
6-9	Características propias de los trips <i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande. ----- 26
10	Preferencia de los trips por estrato del árbol de macadamia ----- 28
11	Distribución de los trips asociados a nuez de macadamia por sección de la Finca ----- 30

Estudio de los trips asociados a nuez de macadamia (*Macadamia integrifolia* Mueller) en la finca Monte de oro, Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala, C.A.

RESUMEN

La nuez de macadamia es uno de los cultivos con mucho potencial para ser desarrollado en Guatemala. Sin embargo, la poca información que se tiene sobre la presencia de plagas que le afectan en el país, es escasa y casi nula, de manera que cualquier aporte que se haga es vital para implementar prácticas de manejo con mayor criterio científico. En la finca Monte de oro, en Santiago Atitlán en el departamento de Sololá, Guatemala, C.A. El principal problema que afronta este cultivo está relacionado con la presencia de trips (Orden Thysanóptera), cuyas altas poblaciones afecta la floración de éste cultivo. Debido a lo cual, se planteó como objetivo determinar la o las especies de trips que se encontraran asociadas a la floración, así como la preferencia que éstos manifiestan por determinado estrato y orientación de los árboles en producción. Se concluyó que la especie de trips presente en la finca, correspondió a *Frankliniella occidentalis* Pergande, cuya preferencia de alimentación ocurre en mas del 55% en las inflorescencias localizadas en el estrato bajo de los árboles, principalmente de aquellos árboles orientados hacia el Nor-Este de la finca Monte de Oro. De manera que para implementar un manejo apropiado de la plaga en la finca se deben considerar los aspectos mencionados, principalmente durante el período de floración que ocurre entre los meses de marzo hasta mayo.

Study of the trips associated with macadamia nut (*Macadamia integrifolia* Mueller) in the Mount of Gold Farm, Sololá.

SUMMARY

The macadamia nut crop has a high potential to be developed in Guatemala. However in Guatemala there exists little information about the presence of pests that affect the crop. Thus any contribution in this subject is vital to implement management practices with scientific approach. The main problem facing the crop is related to the presence of thrips (Thysanóptera Order), whose populations affects the flowering of this crop.

The main objective of this study was determining the species of thrips associated with flowering and the form how manifest preference for a certain stratum and orientation of the trees in production.

It was concluded that the specie of thrips associated to macadamia nut crop at Mount Gold Farm, Sololá, is *Frankliniella occidentalis* Pergande. And its preference to certain layer and / or, orientation occurs in over 55 % in inflorescences that its located in the lower stratum the trees. It was also found that its preference of the feeding is with oriented north-east.

So to implement a proper management of the pest on the farm must consider these aspects, mainly during the flowering period that occurs between the months of March through May.

INTRODUCCIÓN

La nuez de macadamia (*Macadamia integrifolia* Mueller) es muy poco conocida en Guatemala, sin embargo en los últimos años ha cobrado importancia económica; en la generación de divisas contribuyendo al Producto Interno Bruto –PIB- en aproximadamente el 15%. Por otro lado, considerando un incremento anual en la demanda de macadamia del 30%, se tiene que para el año 2,005 esta estuvo en aproximadamente 126 millones de kilogramos, lo que requirió plantar por lo menos 10,000 hectáreas adicionales a las existentes. Por otro lado éste cultivo presenta las ventajas que constituye una buena fuente de mano de obra; y también constituye una opción para la sustitución del cultivo de café (*Coffea arabica* L.), principalmente en áreas con alturas de 900 a 1,200 msnm.

La macadamia como todo cultivo tiene insectos asociados, y los trips (Orden *Thysanóptera*) constituyen uno de los insectos plaga más importante cuya presencia y daños principales ocurren en la floración. Se sabe que la distribución y actividad de las plagas de insectos puede cambiar constantemente, por lo que dichas variaciones son factores importantes que se deben tomar en cuenta para la elaboración de programas de control.

El presente trabajo de investigación surge del problema que enfrentan los productores de nuez de macadamia sobre los bajos porcentajes de polinización del 2 a 4%, probablemente debido a la ocurrencia de los trips durante la floración, por lo que se hace necesario medir dicha ocurrencia, además del conocimiento de la o las especies asociadas y la preferencia espacial tanto en la finca Monte de oro como en el estrato de los árboles. Entre otras razones se pueden mencionar que la información actual referente a los trips asociados a nuez de macadamia es escasa o casi nula, lo que ha impedido hasta la fecha que los métodos de control sean más eficientes de acuerdo a la situación real. De esa cuenta entre los objetivos planteados se incluye lo relevante del comportamiento de los trips por la preferencia en cuanto a la orientación de los árboles de nuez de macadamia en producción en las distintas secciones de la finca consideradas en éste estudio.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los porcentajes de polinización en los árboles de macadamia son bajos entre 2 a 4 % es decir que de un racimo floral que mide aproximadamente 0.17 m y que contiene de entre 100 a 400 flores, cuajan y pegan entre 2 y 4 frutos. Una de las principales causas de este fenómeno lo constituyen la presencia de los trips que en su estado ninfal al darse la apertura floral se introducen hasta la base del pistilo donde insertan su aparato bucal modificado del tipo picador-chupador-raspador, lo que provoca por un lado daño físico para que el hongo *Botritis* Sp. penetre y cause la pudrición de la flor y por otro lado secamiento del pistilo y con ello la caída de flores y frutos recién formados (3).

En consecuencia un factor limitante para los productores de nuez de macadamia, lo constituye la escasa información en el país sobre el comportamiento de la población de trips durante el periodo de floración de la macadamia, lo que hace necesario determinar algunos aspectos de importancia de estudio entre éstos y su relación con la producción de macadamia en el sur – occidente del país, que es la zona de mayor producción en Guatemala. De esa cuenta la empresa Monte de Oro, S.A. consideró necesario realizar un estudio que le brinde información sobre cómo se distribuye y fluctúa la población de trips durante el periodo de floración de este cultivo, lo que permitirá establecer un programa de control más acorde con la situación de ésta plaga.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. MARCO CONCEPTUAL

3.1.1. HISTORIA DEL CULTIVO DE MACADAMIA

3.1.1.1 ORÍGEN Y DISTRIBUCIÓN

De León (13) sin citar la fuente exacta, señala que el árbol de la nuez de macadamia es originario de los bosques lluviosos costeros de la parte de Queensland y Nueva Gales del Sur, en Australia. Fue introducido en la Isla de Kukuhiāle, Hawai (EUA), más o menos en el año 1,885; luego se establecieron plantaciones en pequeña escala en Sudáfrica Malawi, Kenia, Sur de California, Costa Rica, Brasil, Guatemala, Fiji y Zimbabwe (13).

La planta de macadamia fue descubierta a mediados del siglo XVIII por el doctor Walter Hill primer director del jardín botánico de Brisbane (Australia) mientras conducía un estudio sobre la flora del estado de Queensland. El botánico Frederick Von Mueller la describió científicamente en 1,858 denominándola *Macadamia ternifolia*, en honor al doctor John Macadam presidente de la sociedad filosófica de Victoria, Australia. La primera plantación con fines comerciales fue establecida en Hawai (EUA) en 1,922 por una firma industrial que aún a la fecha controla la mayor parte de la producción de nuez de macadamia (31).

Todas las plantaciones que se explotan comercialmente en Hawai son de variedades injertadas resultantes de un programa de selección llevado a cabo con 65,000 plantas de semilla, por la estación experimental agrícola de Hawai que se inició en 1,946. De esta selección llegaron a Guatemala 9 variedades, a las cuales pertenecen 700 plantas que fueron injertadas en los viveros del SCIDA en terrenos de la Escuela Nacional Central de Agricultura en Barcena, Villa Nueva, y otras cuantas que fueron injertadas en la estación experimental de Chicolá (27).

Hawai es hoy el mayor productor de macadamia con más del 70% de la producción mundial, mientras que Australia produce un 22% y el restante 8% se encuentra distribuido entre África, Asia, Centro y Sudamérica. Los rendimientos promedios de Hawai y Australia son de 8.0 y 4.2 toneladas por hectárea respectivamente (4).

Velarde (31), indica que en Hawai el promedio de producción por árbol es de 22.68 kg de nueces limpias (sin cáscara) o sea aproximadamente 2,721.6 kg en 0.70 hectáreas (con 120 árboles en 0.70 ha) sembrados a 7.70 x 7.70 m Guatemala se inició como productor de nuez de macadamia en el año 1,972 como una alternativa de diversificación de la producción agrícola y de las exportaciones con la finca San José El Carmen, ubicada en Santa Bárbara, Suchitepéquez, con un proyecto de 716 hectáreas, con las que en 1,979 alcanzó a producir 453,597 kilogramos húmedos en concha.

3.1.1.2 IMPORTANCIA ECONÓMICA

Alvarado (26) sin citar la fuente señala que Guatemala hasta el año 1994 ocupaba el 6°. lugar en producción a nivel mundial, con un área cultivada de 2,000 hectáreas sembradas con 420,000 árboles, de los cuales 150,000 estaban en producción y 270,000 en crecimiento (1 a 6 años) establecidos en el bosque húmedo pre-montano tropical, y se esperaba un incremento en el área cultivada de 2,500 hectáreas más. Por su parte, Lemus (12) señala: que la producción de macadamia para 1,995 se estimó en 1,814,388 kilogramos de concha húmeda, equivalente a 290,302 kilogramos en almendra. Las principales procesadoras de nuez de macadamia son: Empresas Agropecuarias Patzulin, S.A. ubicada en el municipio de Río Bravo, del departamento de Suchitepéquez, y Nuez del Pacífico ubicada en Retalhuleu.

3.1.1.3 CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

Velarde (31) anota que las mayores producciones se obtienen con densidades de siembra de 10 x 10 m, considerándose razonable las distancias de 8 a 10 m entre hileras, y de 5 a 8 m entre árboles sobre la hilera. Para injertos se prefieren patrones de las especies *M. tetraphylla* porque germina más uniforme, crece con mayor vigor en el vivero, sin embargo el tronco de la especie *M. integrifolia* aumenta de diámetro con mayor rapidez. Los patrones óptimos son plantas de 0.6 a 2 cm de diámetro, aproximadamente de 1 m de altura, alrededor de 1 año. Por lo menos 5 semanas antes de injertar es aconsejable anillar las ramas donde se obtendrán las varetas. Éstas varetas para injertos deben ser bien seleccionadas y prepararse 2.5 meses antes de su injertación, usando el injerto de púa lateral y antes de trasladarse al campo se acostumbra podar las raíces en el vivero. Señala además que la macadamia generalmente comienza su producción a los 7 años de edad alcanzando el estado adulto a los 16 años, la macadamia comienza a producir a los 3-5 años, llegando a producir entre 20 a 45 kg/árbol/año a los 10 años.

3.1.1.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La planta de la macadamia, pertenece al género *Macadamia* de la familia Proteaceae. Dos de sus especies producen nueces comestibles (*M. integrifolia* y *M. tetraphylla*). *M. integrifolia* es de cáscara lisa y suave, los árboles son siempre verdes, de porte mediano (20 m los adultos) y copas de 10 a 12 m; flores pequeñas de color crema, dispuestas por centenares en racimos de 15 – 30 cm de largo, madurando alrededor de 12 nueces. *M. tetraphylla* es de cáscara granulosa y dura, con hojas en verticilos de 4 hojas, las flores son rosadas de 20 – 40 cm de largo (8).

Coto (7) afirma que la Macadamia es un árbol de follaje verde, que puede llegar a crecer hasta quince metros de altura y nueve metros de diámetro en su copa. El sistema radicular consta de una raíz principal con raíces secundarias, cuya función es la de anclaje; también aparecen grupos de raíces fibrosas llamadas remadoras, cuya función es la de aumentar el área de absorción. Las hojas son espatuladas, coriáceas y de un color verde intenso. Su floración es un racimo, cada racimo tiene de cien a cuatrocientas flores y se encuentran de tres a cuatro racimos por axila. La flor es sostenida por un pedúnculo, no todas las flores se autofecundan, por lo que únicamente se desarrollan más o menos veinte frutos por racimos.

En el II Seminario de macadamia realizado en Costa Rica en 1,992 (1), se explicó que la inflorescencia tiene una longitud de 17 a 72 cm con 100 a 400 flores por racimo del cual se obtiene un 2 a 4 % de polinización (2 y 4 frutos por racimo). Por su parte Velarde (31) indica que en algunos árboles de macadamia existe incompatibilidad parcial y que el transportador predominante del polen son los insectos. Con relación al fruto el mismo autor, dice que este es un folículo que se compone de 3 partes; cáscara, concha y almendra. Bowen (4), dice que el fruto de macadamia es simple, se deriva de un pistilo simple seco e indehiscente, tiene un pericarpio seco al madurar permanece cerrado reteniendo la semilla. Su germinación es hipogea la semilla es latente por su cubierta dura y su propagación comercial requiere de un sistema rápido de reproducción, por lo que se utiliza el injerto.

3.1.1.5 CONDICIONES ECOLÓGICAS DEL CULTIVO

La macadamia es originaria de los bosques lluviosos del litoral de Australia, por consiguiente se adapta a regiones comprendidas entre las zonas de vida que Holdridge (1982) (10) denomina Bosque Húmedo y muy húmedo Subtropical, húmedo subtropical y Bosque muy húmedo Pre montano tropical.

A. TEMPERATURA

La temperatura es uno de los factores importantes en el crecimiento, floración y producción y calidad de la nuez. Los rangos de temperatura van de 14° a 18°C (temperatura mínima) con rangos de fluctuación que no sean mayores a 10°C (19). Las temperaturas altas de 32° C o más afectan el desarrollo y calidad. Por otro lado el rendimiento y la calidad de la fruta se ven afectados por periodos de sequía y de temperaturas bajas (13).

B. ALTITUD Y LUMINOSIDAD

Las plantaciones se establecen entre latitudes de 15° sur y 15° norte del ecuador, la altitud influye junto a la temperatura en lo que respecta a producción y calidad, ya que debajo de 700 msnm el rendimiento decrece y los árboles son muy susceptibles a enfermedades (7).

El efecto de la altura varía de acuerdo a la latitud del lugar. Las regiones propicias para el cultivo de la macadamia en Guatemala están comprendidas entre los 500 y 1,500 msnm siempre que no exista nubosidad en el área, porque favorece el desarrollo de hongos y líquenes sobre la parte aérea del árbol de macadamia. La macadamia requiere de 3 a 8 horas luz por día (7).

C. PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y HUMEDAD RELATIVA

La macadamia se adapta a regiones con precipitaciones anuales entre 1,000 a 4,000 mm. El mínimo anual de precipitación pluvial para que exista una alta producción es de 1,000 mm. En caso de haber más de 2 meses de sequía se requiere de riego (31).

D. SUELOS

De León (13) sin anotar la fuente señala que la macadamia requiere de suelos porosos, bajos en fósforo, pero se adapta a suelos salinos o calcáreos con buen contenido de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) deseada es de 10 a 15 meq/100 g de suelo y un pH entre 5.0 a 5.5, aunque puede adaptarse a pH de 4.5 a 6.5. La pendiente del terreno debe ser inferior al 30 %. Se puede cultivar macadamia en una gran variedad de suelos moderadamente ácidos, desde lavas tipo “a’ a” levemente meteorizadas hasta latosoles profundos. El pH óptimo está entre 5.0 y 6.5 (31).

E. VIENTOS

La macadamia es susceptible a vientos fuertes, lo que generalmente afecta la floración, reduciendo la producción por la caída de las flores, además que ocasiona quebradura a tallos, ramas y en casos extremos también el tronco. Por otro lado, los vientos inciden en la fuerte transpiración del árbol, manifestándose en la falta de hidratación de las hojas (31).

3.1.1.6 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Según Coto y Chacón (7), la macadamia es un cultivo muy exigente en cuanto a elementos mayores como el Nitrógeno y Potasio; con relación al fósforo es medianamente exigente. Por ejemplo, un árbol de diez años de edad requiere 0.36 kg de Nitrógeno, 0.54 kg de Potasio y 0.23 kg de fósforo por año. En cuanto a elementos menores Lemus (12), citando a Yamaguchi anota por ejemplo que en el caso del Calcio (Ca), señala que su deficiencia afecta el crecimiento de los brotes causando la muerte descendente y sus hojas jóvenes crecen deformadas, con una apariencia de gancho en el ápice. En el caso de Magnesio (Mg), que es un elemento que participa en los procesos de fotosíntesis y el metabolismo de los carbohidratos, su deficiencia causa amarillamiento intervenal en las hojas nuevas y su desarrollo es pequeño y angosto. El Azufre (S), afecta el crecimiento de la planta, su deficiencia hace que las hojas tomen un color verde claro que se inicia en la base y termina en el ápice, posteriormente se torna color café y cubre gran parte de la hoja. El Boro (Bo), favorece la floración y el cuaje del fruto; su deficiencia se presenta en las hojas jóvenes, retrasando su desarrollo y encartuchándose hacia el envés. El Zinc (Zn), incide en el aumento de la producción al favorecer el cuaje del fruto, su deficiencia retrasa el crecimiento y disminuye el tamaño de las hojas y la longitud de los entrenudos, además

causa defoliación que se inicia en la parte superior e inferior avanzando hacia la zona media del árbol, su deficiencia causa amarillamiento en los ápices de las hojas. La deficiencia de Manganeseo (Mn), se caracteriza por la aparición de zonas cloróticas y necróticas en el borde de las hojas y luego toda el área foliar. El autor citado anota que los niveles óptimos en el follaje del cultivo de la macadamia de elementos mayores son: Nitrógeno 1.50%; Fósforo 0.07% y Potasio 0.60%.

3.1.2. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE LAS PLAGAS INSECTILES

Paker (21) señala que el término plaga es cualquier organismo, que cuando alcanza cierto nivel poblacional es capaz de causar pérdidas económicas en un cultivo. La cantidad de daño que pueda ocasionar una plaga de insectos a los cultivos esta en función de:

1. La densidad de la plaga
2. El hábito alimenticio de la plaga
3. El comportamiento de oviposición
4. Las características biológicas de las plantas

La densidad, el número o población de insectos de una especie de plaga sobre una superficie se puede estudiar en relación a:

- a) Daño;
- b) Diversos factores que afectan la densidad de la población, y
- c) Pronóstico de la densidad de población y la necesidad de medidas de control.

3.1.2.1 POBLACIÓN DE INSECTOS

Ecológicamente población es un grupo de individuos de una misma especie, que ocupan un área específica y que procrean entre sí, y mediante selección natural las poblaciones modifican sus características (contenido genético), en el transcurso del tiempo, permitiéndoles adaptarse al medio, produciendo descendencia con caracteres que tienden a predominar en las futuras generaciones de población (22). Mientras que estadísticamente es un conjunto de mediciones o cálculos de una variable, tomado sobre los individuos que se ha especificado pertenecen a la población y se describen mediante parámetros que son valores fijos, para estimar esos parámetros se recurre al muestreo (31).

Las poblaciones exhiben varios patrones de dispersión en espacio y tiempo, pudiendo estar por ejemplo: agregadas, uniforme o bien al azar (15). Las razones de este patrón son: a) El comportamiento social, b) Las fluctuaciones edáficas, c) Los gradientes de temperatura y d) La mortalidad diferencial.

El conocimiento de estos patrones espaciales de distribución de las poblaciones de plagas no solo interesa el nivel de población, sino el momento en que este nivel de población se alcanza en relación al período de desarrollo del cultivo, ya que puede tener un impacto decisivo en la estrategia de muestreo (15). Para el estudio de una población de insectos es necesario relacionar la población de insectos con los factores climáticos conexos. La temperatura es uno de los factores principales que limitan la distribución de animales y plantas, y suele actuar en cualquier etapa del ciclo vital y afectar las funciones de:

1. Supervivencia,
2. Reproducción, y
3. Desarrollo de organismos jóvenes

La temperatura también puede actuar indirectamente al limitar la distribución a través de sus efectos en la capacidad de competencia, la resistencia a enfermedades, la depredación, o el parasitismo (28). La actividad de los insectos aumenta conforme la temperatura se eleva hasta que se llega a una condición óptima, después de la cual la actividad disminuye. Algunos insectos son más activos en la luz tenue del amanecer o al atardecer y son menos activos durante la noche y el día. El agua, sola o junto con la temperatura por la interacción notable entre ambas, quizás sea el factor físico más importante que ejerce efecto sobre la ecología de los organismos terrestres, sean plantas o animales, en diversas formas. La mayoría de insectos tiene un límite de humedad óptima (9).

3.1.2.2 PLAGAS DEL CULTIVO DE MACADAMIA

Masis y Soto (17), en Costa Rica clasifican en dos grupos las plagas que atacan el cultivo de la macadamia; 1) Insectos taladradores y masticadores; 2) Insectos chupadores, y entre los insectos mencionados los que revisten mayor importancia son: El taladrador de la nuez (*Ecdytolopha torticornis* Lara; Lep.; Tortricidae), Defoliadores (*Trigona* sp.; Hymenóptera.; Apidae) y la chiche verde (*Nezara viridula*; Hemíptera; Pentatomidae).

Velarde (31) por su parte reporta que en Hawaii (EUA) la especie de trips, *Scirtothrips* sp. (Thysanóptera; Thripidae), habita en la flor, siendo estos muy pequeños y de cuerpo delgado, su color varía de amarillo a café claro, estos con sus partes bucales raspan y succionan los contenidos celulares y que altas infestaciones de éstos insectos, en temporadas secas pueden causar severos daños a las flores, frutos recién formados y brotes nuevos, observándose una decoloración café a bronceada, causando la muerte de los racimos.

El Dr. Kawate citado por De León (13), agrega que una de las plagas de insectos mas dañinas en el cultivo de nuez de macadamia en el estado de la Florida es el trips de bandas rojas (*Selenothrips rubrocinctus*), cuyo ciclo de vida desde huevo hasta adulto está entre 28 y 43 días, periodo durante el cual es capaz de propagarse desde hospedantes que se encuentran en las cercanías y los alrededores del cultivos.

En el caso de Guatemala, De León (13), señala que entre las especies de trips asociadas a la flor de nuez de macadamia y que revisten importancia están: *Frankliniella occidentalis*, *F. insularis* y *F. invasor*.

3.1.3 LOS TRIPS

A. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según Palmer *et al* (22).

ORDEN	Thysanóptera
SUBORDEN	Terebrantia
FAMILIA	Thripidae
GÉNERO	<i>Frankliniella</i>
ESPECIES	180 especies

Mound y Marullo (19) señalan que la mayor parte de las especies del género *Frankliniella* (90%) provienen del Neotrópico, listan además las características morfológicas sobresalientes que permiten identificar a sus especies. En lo que respecta a la filogenia de los Thysanóptera, éstos autores citando a otros anotan que este grupo está estrechamente emparentado con Hemíptera, Psocóptera y Phthiráptera.

Lewis (14), señala que el orden Thysanóptera se divide en los subórdenes; Terebrantia y Tubulífera. En el primero de los cuales se ubican mas de 5 familias (hasta 8) mientras que el en segundo únicamente una familia (Phlaeothripidae) y dos subfamilias (Phlaeothripinae e Idolothripinae).

B. CARACTERÍSTICAS DE LOS TRIPS

Coronado y Márquez (6), afirman que existen especies aladas y ápteras; en las primeras las alas son angostas y largas con pocas venas y una franja de setas largas o espinas en los márgenes a manera de fleco. Berry (2), indica que los machos son como las hembras pero no tienen alas, el mismo autor refiriéndose a las patas de los trips dice que el tarso es uni o bisegmentado generalmente sin uñas tarsales, pero presentan en cambio una especie de blader retráctil en su terminación.

Metcalf y Flint (18), señalan que las ninfas se diferencian de los adultos por la ausencia de alas y que el color es siempre amarillo o anaranjado. Los adultos son de color marrón o negro. Los tisanópteros son insectos minúsculos de una longitud de 1 a 2 mm. La cabeza es triangular y asimétrica; las piezas bucales constan de 3 estiletes; el labro y el labium forman un cono bucal chupador. Sus ojos son compuestos y presentan 3 ocelos, las antenas son grandes y compuestas entre 6 a 9 artejos. El abdomen carece de cercos, los dos pares de alas son muy estrechas (2).

C. ANATOMÍA INTERNA DE LOS TRIPS

El tubo digestivo posee una faringe succionadora y un esófago; el intestino medio es largo y a veces hinchado; el intestino posterior esta dividido en 3 partes y posee 4 glándulas rectales; existen dos pares de glándulas salivales. El aparato excretor esta constituido por 4 tubos de malpighi. El cerebro esta muy desarrollado; el ganglio subesofágico se encuentra adosado estrechamente contra el primer ganglio torácico, los ganglios meso y meta torácicos están separados; los ganglios abdominales se hallan agrupados en una masa situada en el primer segmento abdominal. En las hembras cada ovario contiene 4 ovariolas; el receptáculo seminal esta bien manifiesto y desemboca en la cara dorsal de la vagina. Los trips son ovíparos, raramente ovovivíparos (2, 3).

D. CICLO DE VIDA DE LOS TRIPS

Los trips tienen metamorfosis intermedia entre la gradual y la completa, con frecuencia presenta la forma de reproducción partenogenética. La hembra ovípara pone huevos en forma de riñón de una longitud de 330 micrómetros poniéndolos de uno en uno en tejidos tiernos de las yemas y en la vena central del envés de las hojas, en pecíolos o en yemas florales, los que eclosionan entre 5 a 7 días. Luego aparecen unas ninfas muy pálidas y activas, las cuales pasan por dos estadios de color verde-amarillo pálido y hasta de 1 mm de largo; seguida de un periodo prepupal donde no se alimenta y luego un estado pupal estos estadios los pasa en el suelo entre la basura y residuos vegetales, se ha determinado que las ninfas requieren de 8 a 20 días para transformarse en adultos son de color amarillo-dorado, marrón o negro. Se presentan aproximadamente de 10 a 12 generaciones de trips al año (Figura 1) (2, 3, 6).

Ross (25) señala que las ninfas requieren de 8 a 20 días para transformarse en adultos, se presentan de 10 a 12 generaciones de trips al año. La mayoría de tisanópteros se reproducen por vía bisexuada, pero en algunas especies, la partenogénesis es constante o facultativa. Los Tubulífera depositan sus huevos, aislados o en grupos sobre los tejidos de la planta hospedera mientras que los Terebrantia los introducen bajo la epidermis con la ayuda del ovíscapo. Los inmaduros son parecidos a los adultos y difícilmente se distinguen las formas ápteras de los imagos. En el curso de su desarrollo post-embrionario, los terebrantes presentan dos estados larvarios ápteros, dos estados larvarios que poseen esbozos alares y el estado de imago.

En la 2ª y 3ª muda hay fenómenos de histólisis y de histogénesis que recuerdan a los que se producen en la metamorfosis de los holometábolos. El 4º estadio presenta ojos compuestos bien diferenciados y las cubiertas alares son casi tan largas como el abdomen, llamándose ninfas o pupas y del 3er estadio se designan como preninfas (prelarvas) o prepupas (3). Takahashi citado por Bonnemaison (3) dice que en los Tubulífera las preninfas y ninfas no se alimentan y quedan inmóviles. Estos insectos constituyen una transición entre los insectos heterometábolos y los holometábolos.

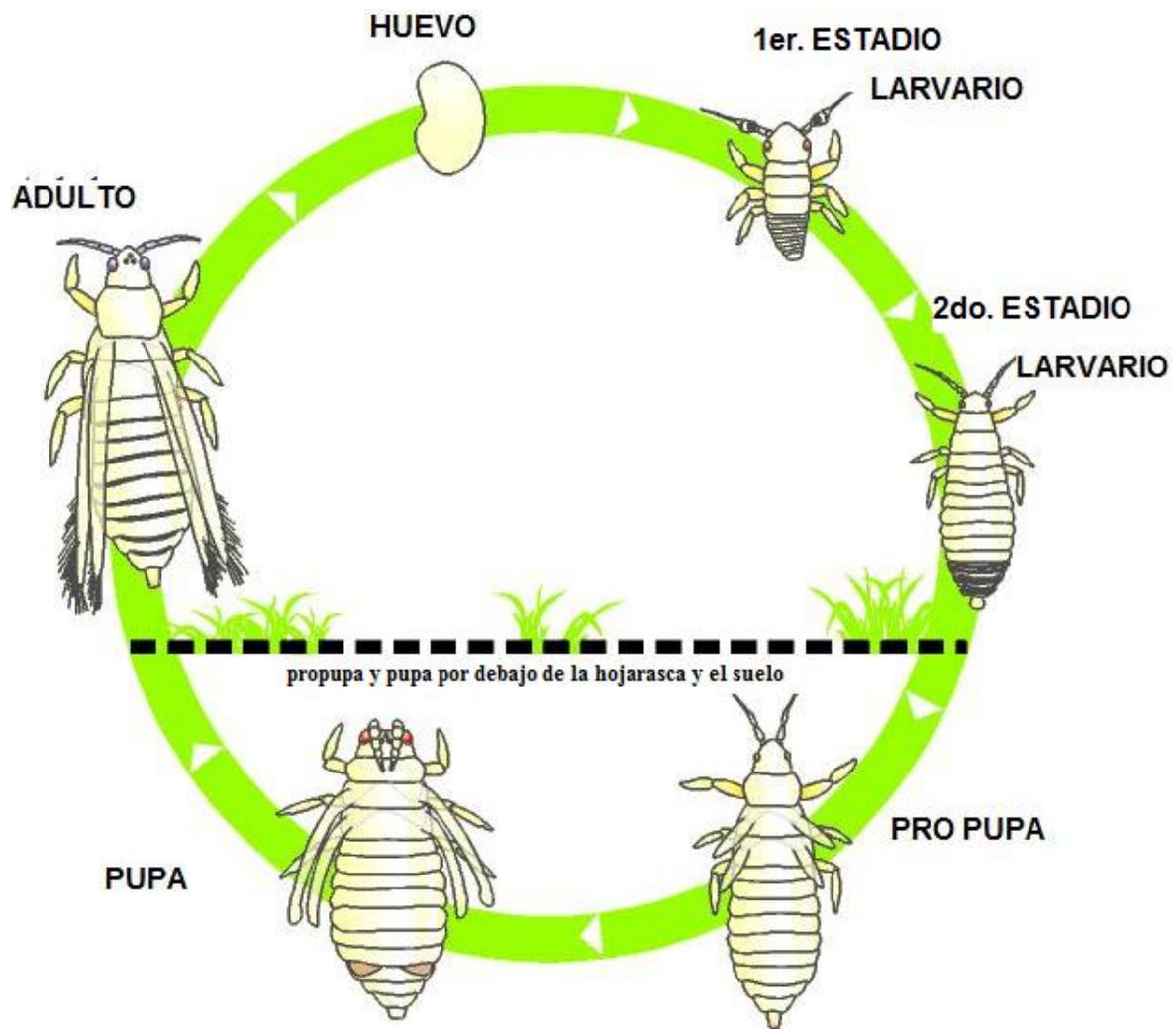


Figura 1. Ciclo de vida de los Trips, según varios autores (2, 3, 6). Tomado de Berry (2).

E. HÁBITOS Y COMPORTAMIENTO DE LOS TRIPS

Kono y Papp, citados por De León (13) afirman que los trips se encuentran succionando jugos de: flores, frutos y retoños jóvenes. Los adultos son muy activos, para alimentarse introducen su delgado estilete entre las escamas de las yemas en desarrollo o en tejidos nuevos, y cuando son perturbados saltan o vuelan rápidamente. Ross (24), dice que un gran número de especies son depredadoras de ácaros y pequeños insectos, habitan bajo la corteza de árboles muertos y en la hojarasca del plato de los árboles.

Por su parte Coronado y Márquez (6) agregan que el problema de los trips es que reducen la cantidad de flores fértiles, al chupar la savia de los tejidos florales inutilizan los órganos reproductivos y originan su caída, la que muchas personas atribuyen a un efecto fisiológico del árbol. La hembra produce cientos de huevos que deposita en la planta, cuando nacen las ninfas (larvas) se alimentan de la savia de los tejidos, muda 2 veces durante su ciclo de vida, entre 7 y 13 días de duración. Después se deja caer al suelo donde cumple varios estadios hasta convertirse en adulto. Lewis (14), afirma que muchas especies de trips polinizan flores, debido a la capacidad de trasladarse de una flor a otra. Bonnemaison (3), anota que los trips se desplazan principalmente mediante la marcha, vuelan poco pero algunas especies, como *Limothrips cerealium* efectúa vuelos de bastante importancia en tiempo cálido. Los Aelothripidae son depredadores y se alimentan de otros trips y de áfidos (Homoptera; Aphididae).

F. DAÑO DE LOS TRIPS

Lewis (14), señala que los trips al alimentarse transmiten bacterias, toxinas y enfermedades viróticas. Kono y Papp citados por De León (13), manifiestan que en estudios realizados en Brasil, se determinó que los trips son vectores del virus del mosaico en yuca (*Manihot esculentum*). En México, Romero (24), señala que *Thrips palmi* asociada a palma africana, se reconoció como vector del virus de la sandía y del mosaico del tomate.

Metcalf y Flint (18), señalan que en tomate (*Lycopersicon esculentum*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), piña (*Ananas comosus*), lechuga (*Lactuca sativa*) y papa (*Solanum tuberosum*) los trips son transmisores de virus, produciendo atrofas, distorsiones y mosaicos moteados en las hojas, y en cebolla, *Thrips tabaci* raspa las hojas dejando cicatrices y áreas necróticas.

En Guatemala, De León (13), determinó que el daño que ocasionan los adultos de *Frankliniella invasor* a la flor de macadamia, se concentra en los pétalos, provocándoles lesiones al introducir su aparato bucal, dando origen a pequeñas manchas irregulares con apariencia aceitosa, pero de poca importancia ya que no afecta la fecundación.

Sin embargo determinó que las ninfas provocan un secamiento de los pistilos, paulatinamente manifestándose los síntomas inicialmente en el estigma, luego en el estilo y finalmente en el ovario. Este secamiento induce al desprendimiento de los frutos recién formados. Por su parte, Salvador (26) indica que en este cultivo (macadamia), la especie *Frankliniella brevicaulis* ataca en la etapa de floración, tanto en estado adulto como de ninfa, succionando los jugos del ovario induciendo infertilidad y aborto de frutos recién cuajados, reduciendo la producción hasta un 45 % dependiendo de la severidad del daño.

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La Finca Monte de oro se encuentra ubicada entre los 14° 31' y los 14° 41' latitud Norte, y entre los 91° 9' y 91° 18' longitud Oeste (17). Las vías de acceso a la Finca por la ruta CA-2 desde Guatemala a la frontera con México son:

a) cruce en el Km 122 a Santa Bárbara, Suchitepéquez habiendo una distancia desde el cruce al casco de la finca de 30 Km, de éstos, 5 Km son asfaltados y 25 Km de terracería;

b) cruce de Guatalón en el Km 132 existiendo una distancia de 26 Km desde el cruce al casco de la Finca, todo de terracería;

c) cruce a Chicacao, Suchitepéquez por el km 136 habiendo una distancia de 24 Km desde el cruce al casco, de éstos 10 Km son asfaltados y 14 de terracería. Existiendo además varios caminos vecinales que le sirven de acceso (Figuras 2 y 3).

3.2.2 DESCRIPCIÓN ECOLÓGICA DE LA FINCA

Holdridge (11), señala que la Finca se encuentra ubicada dentro de la zona de vida Bosque muy húmedo subtropical cálido. Ubicada a 1,215 msnm en la parte más alta,

mientras que la parte más baja a 862 msnm. En promedio la altitud en que se encuentra ubicada la finca es de 1,038 msnm. La precipitación pluvial promedio anual durante los últimos 10 años es de 4,295 mm. La temperatura media anual registrada en los últimos 10 años es de 22 °C. En el caso de los suelos predominantes, Simmons et al., (28) señalan que entre estos se encuentran; a) suelos de origen volcánico, b) suelos del altiplano central y c) suelos de declive del Pacífico.

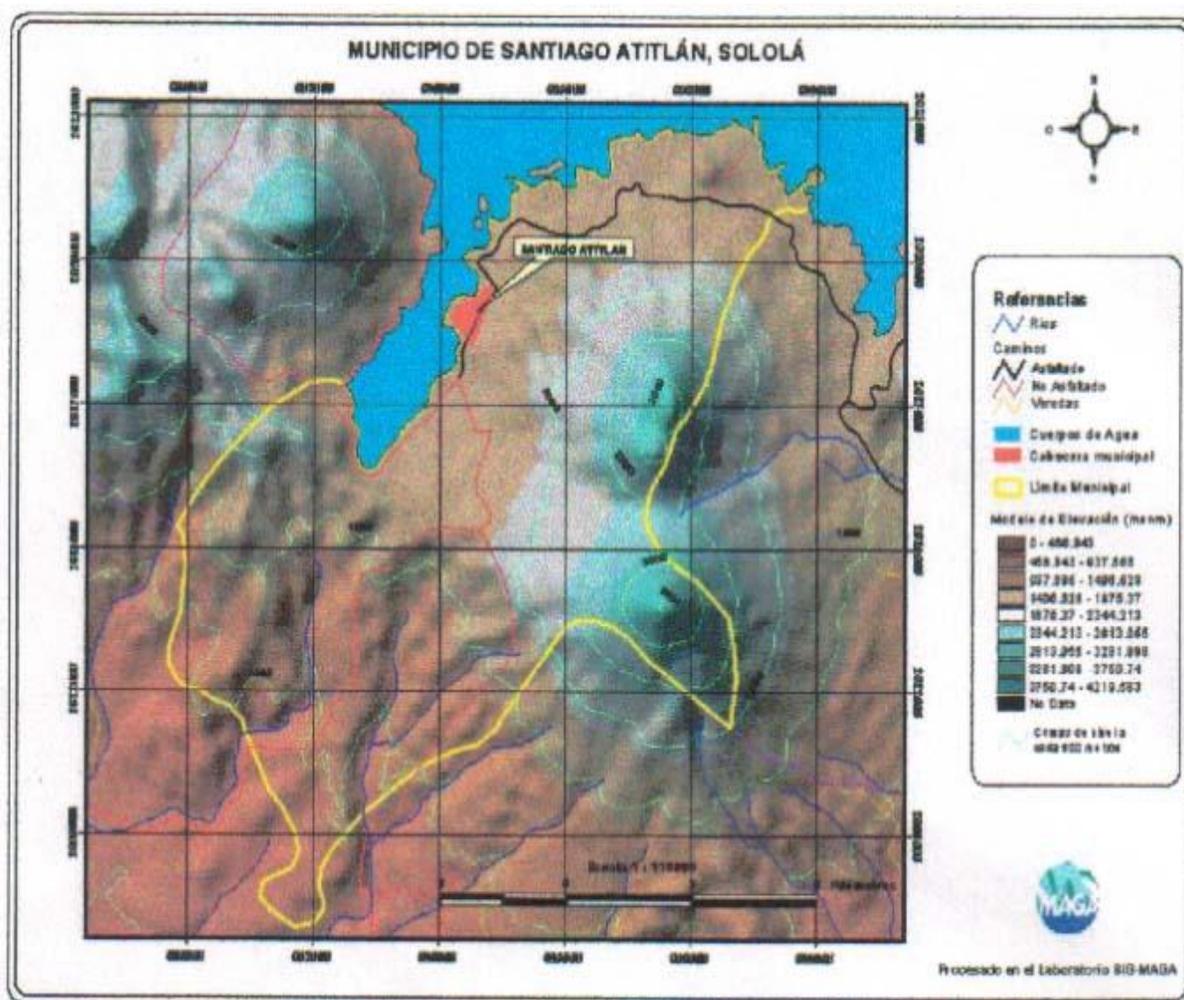


Figura 2. Mapa cartográfico de Santiago Atitlán, Sololá; según el MAGA-SIG escala 1:110,000 (17)

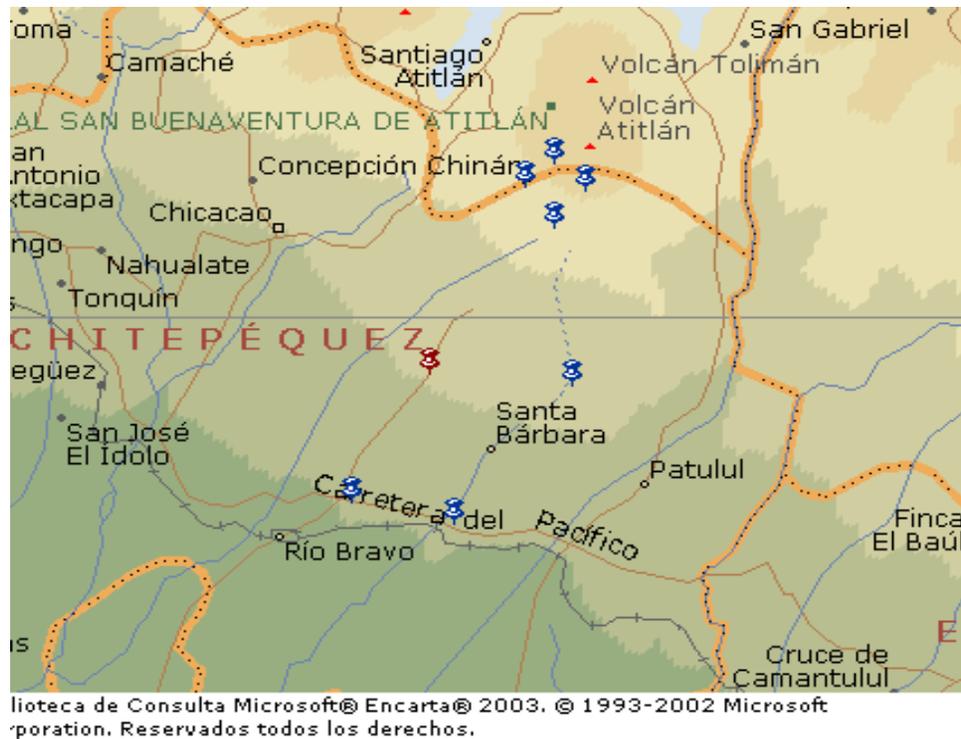


Figura 3. Vías de acceso a la Finca Monte de oro, Santiago Atitlán, Sololá (CD-Encarta 2003).

3.2.3 DATOS ESPECÍFICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO

La finca es conocida como Monte de Oro. El área total que ocupa la Finca Monte de Oro es de 436 hectáreas de las cuales 191.10 hectáreas se encuentran cultivadas con nuez de macadamia, el resto sin cultivar. Del área cultivada 95.60 hectáreas están en producción con una densidad poblacional de 18,803 árboles distribuidos en 13 secciones, el resto 95.50 hectáreas se encuentran en fase de crecimiento (Figura 4).

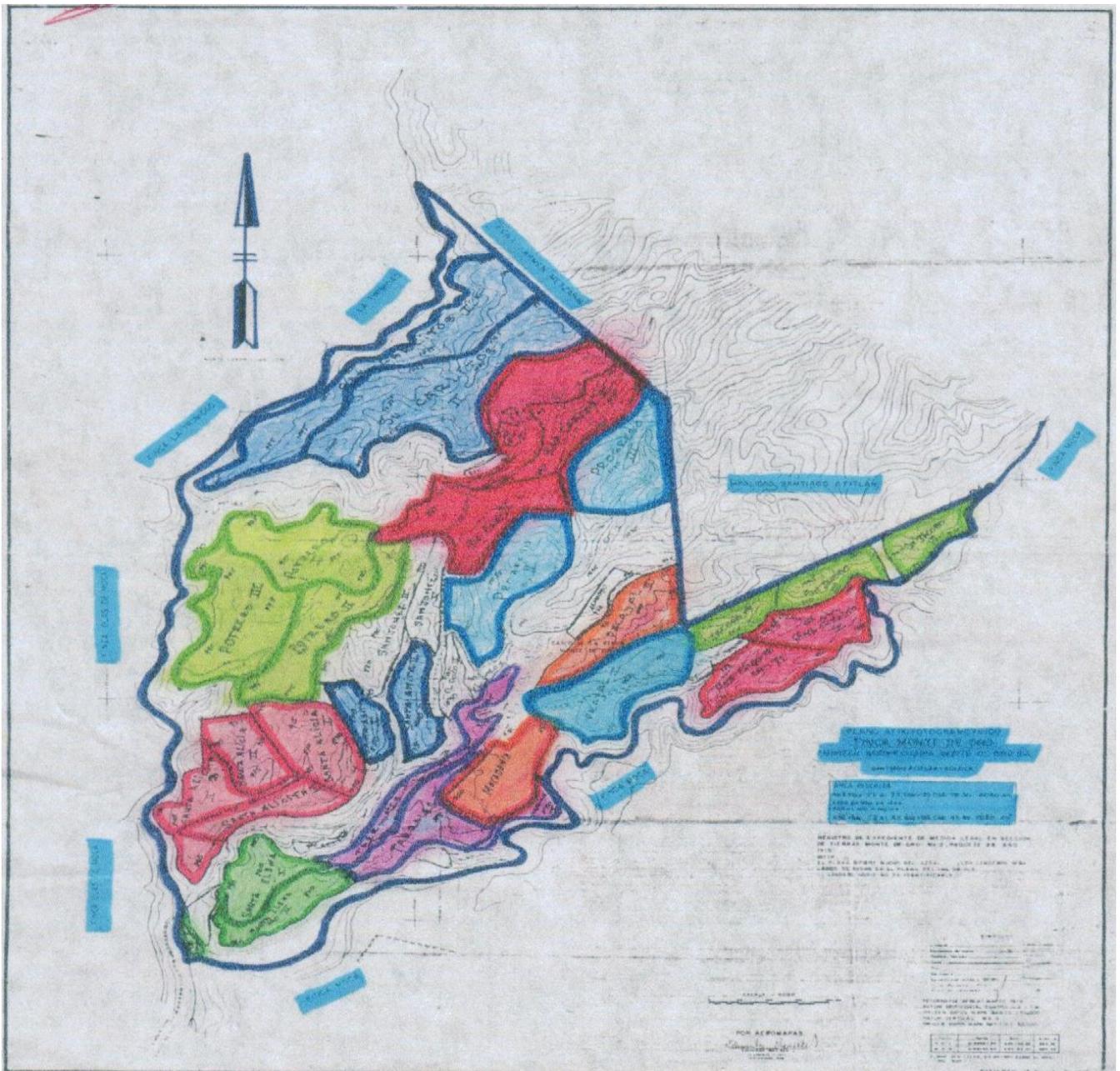


Figura 4. Mapa cartográfico de la Finca Monte de oro escala 1:50,000 fuente propia.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Generar información preliminar de los trips asociados a la floración de la nuez de macadamia (*Macadamia integrifolia* Mueller), en la finca Monte de Oro, Santiago Atitlán, Sololá, durante el periodo de inicio de mayor floración del cultivo que comprende los meses de marzo a mayo.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las especies de trips asociadas a la nuez de macadamia durante el periodo de floración de marzo a mayo.
2. Establecer el estrato del árbol donde se concentra la mayor cantidad de trips durante la floración de marzo a mayo.
3. Establecer el punto cardinal o la orientación de los árboles con mayor presencia de trips.

5. HIPÓTESIS

5.1 La especie de trips asociada a nuez de macadamia en finca Monte de Oro corresponde a *Frankliniella Occidentalis*.

5.2. Las poblaciones de trips en el periodo de floración de marzo a mayo será mucho menor en la parte alta que en la parte baja de los árboles de macadamia, principalmente de aquellos árboles orientados hacia el Norte-Este de la finca Monte de oro.

6. METODOLOGÍA

6.1. METODOLOGÍA DEL MUESTREO

6.1.1 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRAS

La mayor parte de las poblaciones de insectos tienen una distribución espacial agregada (11), y los trips en particular siguen una distribución binomial negativa (30). En el caso de la Finca Monte de Oro se desconocen las secciones de la finca donde estos (trips) se concentran y para utilizar un método de muestreo que permitiera la menor variación con el menor costo en la cantidad de muestras a realizar se utilizó el Muestreo Simple Aleatorio Estratificado por Proporciones (24) y hacer inferencias estadísticas, por lo tanto para la determinación del tamaño de la muestra se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{(N \times d^2) + 1}$$

En donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población (depurada)

d = Presición o nivel de error predeterminado del 5%

Y para determinar el tamaño de la muestra de cada sección (estrato) se empleó la siguiente fórmula:

$$nh = n \frac{Ne}{Nt}$$

En donde:

nh = tamaño de muestra del estrato

n = tamaño de la muestra

Ne = tamaño del estrato (hectáreas)

Nt = tamaño de la población (área total en producción)

Para el análisis de los datos se utilizara la técnica de Post-estratificación de la muestra según lo sugiere Suckatme y Sukhatnel (1,970).

Debido a que el tipo de variable o sujeto de investigación era el número de trips por árbol, entonces se aplicó el método de milésima de hectárea, que consistió en tomar 1 árbol por hectárea en cada una de las secciones (estratos). Seguidamente se repitió la toma de muestras en los cinco puntos cardinales de cada una de las secciones (estratos) a manera de tratamientos, para distribuir la muestra dentro de cada sección (estrato).

La metodología inicial que se empleó para seleccionar la muestra fue completamente al azar, utilizando el marco lista del inventario de árboles de cada una de las secciones de la finca, y mediante una tabla de números aleatorios se procedió a la elección del número de árboles a muestrear en cada una de las secciones (estratos), generalmente en las secciones donde fue necesario muestrear más de un árbol, el procedimiento se repitió aleatoriamente cuantas veces fue necesario. La toma de datos llevó 8 semanas y sistemáticamente en cada semana se monitorearon los puntos seleccionados.

6.1.2 *IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE TRIPS*

Para la determinación de las especies de trips se tomaron muestras de insectos, tanto inmaduros como adultos, de los árboles seleccionados, para ello se cortaron las flores y se introdujeron en bolsas plásticas de 5 libras (2.27 Kg), las cuales se identificaron con una etiqueta debidamente codificada para su traslado respectivo al laboratorio de la Finca. Ya en el laboratorio de la finca, los trips capturados por muestra fueron cuantificados al colocarlos en viales de vidrio de 25 ml conteniendo alcohol al 60%. Posteriormente, mediante el uso de un microscopio estereoscopio se efectuaron montajes temporales y permanentes o placas con los trips capturados.

Los montajes temporales se efectuaron utilizando glicerina como fijador, mientras que en los permanentes se empleó medio Hoyer colocando una gota de solución por portaobjeto, recomendado para preparaciones de insectos pequeños como trips y áfidos, ya que mata, clarifica, fija y sella los bordes del cubreobjeto. Previamente los trips de los viales fueron clarificados en KOH al 10%. Los montajes respectivos se realizaron, separando con un pincel 000, colocando entre 3 y 5 adultos por gota de fijador, en posiciones dorsal y ventral con las alas, antenas y patas bien desplegadas, seguidamente se colocó el cubre objetos. El montaje se rotuló e identificó con la información sugerida por

Coto y Chacón (7) y las respectivas modificaciones de Mound y Marullo (19), a) Lugar (Finca, municipio, depto. y país), b) Fecha de recolección, c) Nombre del colector, d) Nombre de la familia, género y especie del hospedante (*Macadamia*) y e) código del espécimen.

Los montajes o placas fueron determinados en el laboratorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, utilizando las claves entomológicas de Mound y Marullo (1996).

6.1.3 ESTIMACIÓN DE LA PREFERENCIA DE LOS TRIPS POR ESTRATO DEL ÁRBOL

Primeramente se tomaron las muestras de los árboles seleccionados en cada una de las secciones sobre la base del periodo de floración que corresponde a la nuez de macadamia en Guatemala en época seca, misma que se da a partir de la última semana de abril, momento en que se inició la floración y de allí en adelante a cada 8 días hasta mediados de mayo, tiempo en que la planta inició la fructificación o cuaje del fruto. En total se hicieron 54 lecturas semanales, estas lecturas se realizaron entre las 6:00 horas a 10:00 horas, habiéndose tomado 2 inflorescencias por árbol, una en la parte baja del árbol y otra en la parte media o alta del árbol, este procedimiento se repitió en cada uno de los puntos cardinales de cada una de las secciones de la finca.

Seguidamente las muestras fueron trasladadas al laboratorio de la finca para el conteo respectivo de trips; colocando una mesa grande forrada de papel cartulina blanca con orientación o dirección hacia un único punto de luz, luego se sacudieron cada una de las muestras y se procedió al conteo visual, cuando los trips caminaban buscando la única fuente de luz, lo que permitió fácilmente su conteo y captura a la vez por medio de un pincel de 001 humedecido con alcohol al 60 %, los cuales fueron colocados en frascos de vidrio conteniendo alcohol al 60% para su conservación, los datos obtenidos del conteo fueron anotados en una tabla de muestreo que se utilizó semanalmente.

6.1.4 ESTIMACIÓN DEL PUNTO CARDINAL DE LA FINCA CON MAYOR PRESENCIA DE TRIPS

Para determinar como se distribuyó la población de trips dentro de la finca, fue necesario considerar 5 tratamientos en cada una de las secciones a muestrear en la finca. Se tomó de referencia los puntos cardinales (Norte, Sur, Este, Oeste y Centro), y así

determinar en que parte de la finca ocurre la entrada y concentración de trips, lo que permitirá tomar una mejor decisión en el control de la plaga. Los datos obtenidos fueron tabulados y ordenados de acuerdo al arreglo bifactorial para su procesamiento.

6.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Toda la información fue ordenada y tabulada, mediante el uso de hojas electrónicas tipo Excel de Microsoft, con la que además se efectuaron las gráficas respectivas.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a la desuniforme floración ocurrida durante el periodo seco de floración en el cultivo de macadamia de marzo a mayo durante el 2,003, en la Finca Monte de Oro la toma de muestras se realizó únicamente en 4 secciones de las 13 muestras calculadas porque; estas 4 secciones representan el área mas significativa por su mayor contribución en la producción de la finca, y porque fueron las secciones que mostraron una muy buena floración, entendiéndose como una muy buena floración, aquellas áreas con promedio de más de 1,500 inflorescencias por árbol.

7.1 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRAS

Con los datos obtenidos en la finca, se calculó el número de muestras a considerar:

$N = 95.60$ hectáreas en producción

$d = 0.10$ Limite superior del error.

La estrategia de Post-estratificación de la muestra se aplico estableciendo los siguientes niveles de estratificación se emplearon los datos sugeridos para un Muestreo Simple Aleatorio por proporciones de Post-estratificación con una confiabilidad del 95% y un límite superior del error del 10% tomando como criterio:

- a) que se cuenta con un inventario de 18,803 árboles, en un área de 95.60 hectáreas.
- b) que las secciones en producción son 13.
- c) que la finca cuenta con 436 hectáreas,
- d) que la finca esta dividida en 28 secciones,
- e) El tamaño de cada sección es heterogéneo,

Al sustituir dichos valores en la fórmula propuesta, se obtienen los tamaños de muestra para cada uno de los estratos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de muestras asignadas por secciones de la finca. Sololá 2003.

SECCIONES (E)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
N	9.62	4.81	4.68	8.53	25.58	5.6	8.57	2.97	2.19	3.59	12.33	3.72	3.41	N=95.6
nh	5	3	2	4	13	3	4	2	1	2	6	2	2	n= 49

7.2. DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIES DE TRIPS

Se efectuaron 5 montajes conteniendo entre 5-6 trips por gota de solución tal como se muestra en la figura 5, para un total de 25 a 30 trips adultos y se les determinó utilizando un microscopio de luz. Los montajes correspondieron a muestras tomadas al azar entre los meses de abril y mayo.

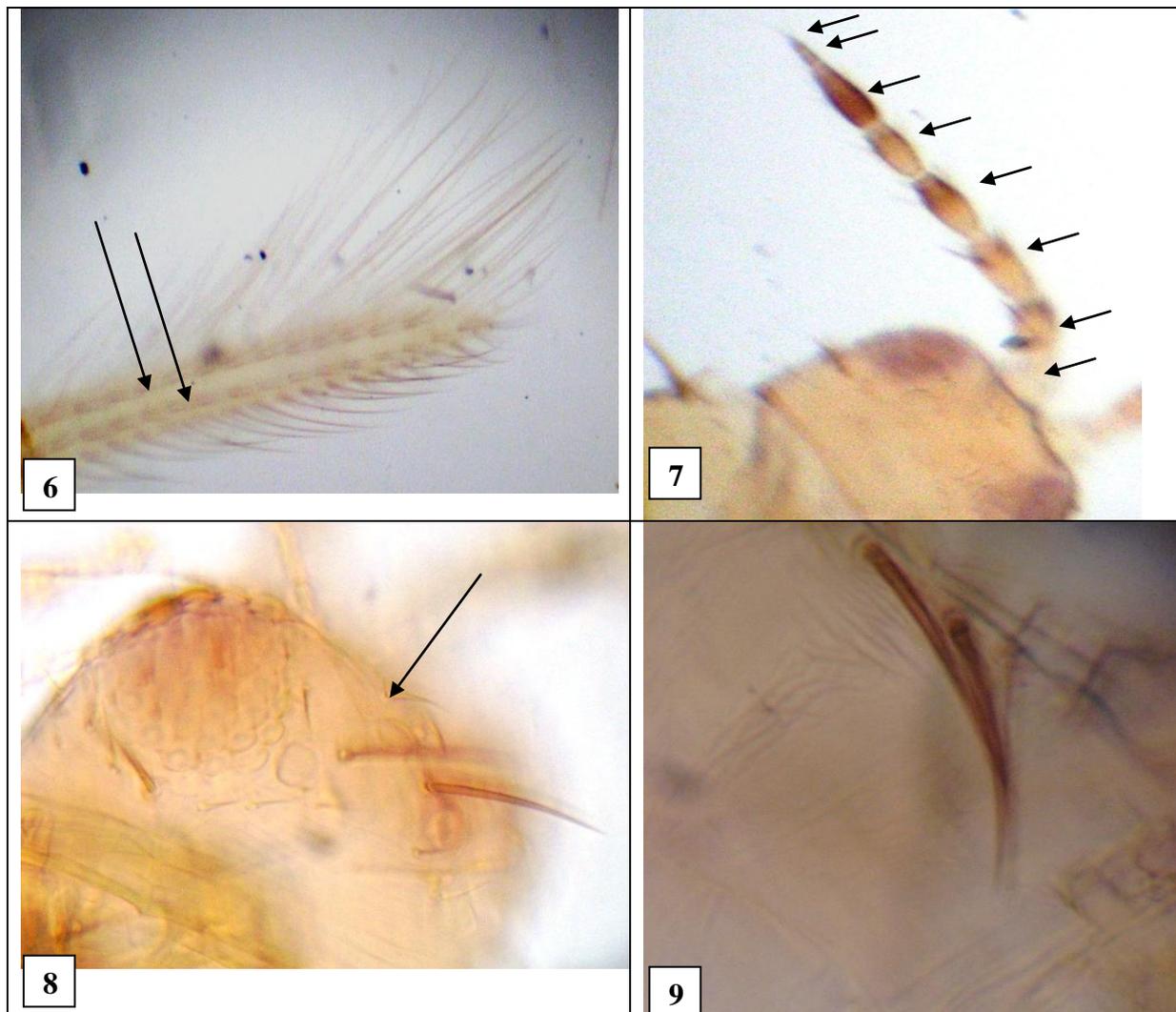


Figura 5. Vista de montaje de los trips colectados asociados a nuez de macadamia

En el caso de Guatemala, la especie determinada de trips asociada a las flores de nuez de macadamia colectados entre los marzo hasta mayo correspondió a *Frankliniella occidentalis* Pergande, señalada por De León (13) en el departamento de Quetzaltenango y no así a la que señala Salvador (28), *F. brevicaulis* en el departamento de Suchitepéquez, en

éste último caso, la especie señalada se asumió sin haber efectuado ningún tipo de diagnóstico, y sin tener ninguna certeza de la existencia la especie.

Para la determinación de *Frankliniella occidentalis* Pergande, se efectuaron montajes temporales para observar las características propias de esta especie (figuras 6-9).



Figuras 6-9. 6. Alas anteriores con 2 Hileras de setas ininterrumpidas, 7. Ocho segmentos antenales, 8. Presencia de Seta ocelar I y 9. Setas y estructuras del metanoto

7.3 CANTIDAD DE TRIPS POR ESTRATO DEL ÁRBOL

Se capturaron un total de 31,607 trips, distribuidos por estrato del árbol de macadamia, de los cuales 14,180 correspondieron al estrato superior y 17,427 al estrato inferior. Se determinó además que las fluctuaciones que se dan durante todo el período de floración, entre los meses de marzo hasta mayo, con respecto al estrato del árbol estuvo entre 118 y 1,373 (estrato superior) y 121 y 2,030 (estrato inferior). Tal como se observa en el cuadro 2 y figura 10:

Cuadro 2: Cantidad de trips por estrato del árbol de macadamia. Finca Monte de oro, Sololá 2003.

PERÍODOS DE FLORACIÓN /MUESTREOS														
SECCION DE LA FINCA	Marzo 2003		Abril 2,003				Mayo 2,003				TOTAL			
	24 al 29		31 al 5		21 al 26		28 al 30		5 al 10				15 al 17	
	E.S.	E.I.	E.S.	E.I.										
A 72	680	762	831	1167	647	587	483	793	752	624	230	502	3623	4435
SC 89	641	789	700	732	175	262	354	427	491	846	230	512	2591	3568
P - 89	1328	1549	1373	1419	136	121	1005	448	1067	2030	1305	1642	6214	7209
PC 90	118	159	400	566	158	214	330	417	498	314	248	545	1752	2215
TOTAL	2767	3259	3304	3884	1116	1184	2172	2085	2808	3814	2013	3201	14180	17427

Referencias: E.I.= Estrato inferior del árbol; E.S.= Estrato Superior

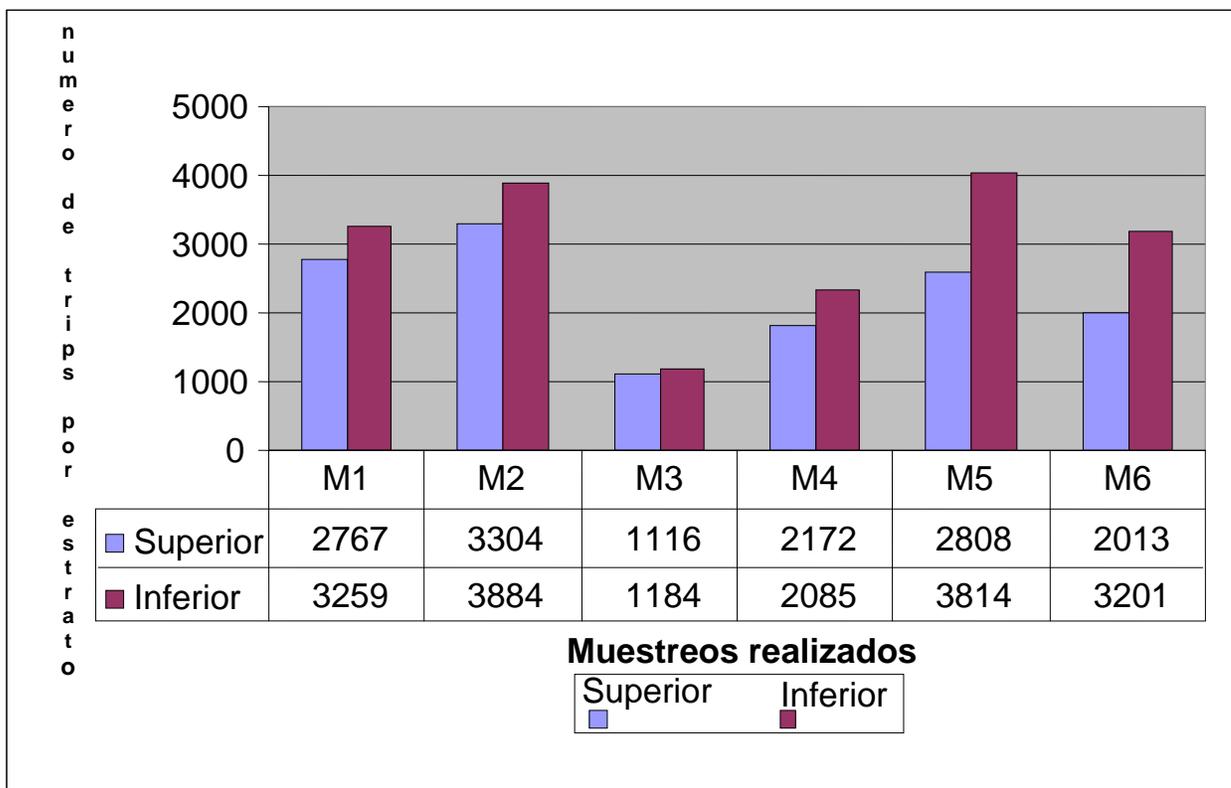


Figura 10. Preferencia de los trips por estrato del árbol de macadamia. Sololá 2003.

Sin embargo para conocer estadísticamente si las diferencias observadas en el cuadro 2, son significativas o no, se realizó un análisis estadístico de post estratificación mediante pruebas múltiples de DUNCAN, tal como se observa en el cuadro 3:

Cuadro 3: Analisis de varianza para numero de trips por lugar, estrato y punto cardinal

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	SIGNIFICANCIA Pr > F
Lugar	3	4,902,805.07	1,634,268.36	78.97	0.0001
Estrato	1	263,575.22	263,575.22	12.74	0.0014
Punto Cardinal	4	238,223.65	59,555.91	2.88	0.0417
Estrato * Punto Cardinal	4	20,914.15	5,228.54	0.25	0.9055
Grado de error	27	558,771.67	20,695.25		
Total Corregido	39	5,984,289.77			

Según cuadro anterior se observa que existe diferencias significativas de la cantidad de trips por lugar, estrato y punto cardinal, sin embargo se estableció además que no existe interacción entre estrato y punto cardinal.

De acuerdo al análisis de medias para determinar diferencias significativas entre la cantidad de trips por estrato, se estableció que en el estrato inferior de los arboles se concentra la mayor cantidad de trips en relación al estrato superior, tal como se observa en el cuadro 4:

Cuadro 4: Prueba de DUNCAN para trips por estrato

FUENTE DE VARIACION	MEDIA	GRUPO DE DUNCAN
Estrato Inferior	871.35	A
Estrato Superior	709.00	B

7.4 PREFERENCIA DE LOS TRIPS POR PUNTO CARDINAL DE LA FINCA MONTE DE ORO

Al momento de efectuar los muestreos, se considero además que las inflorescencias no solo se tomaran de acuerdo al estrato del árbol, sino que también estuvieran localizadas en cada uno de los puntos cardinales incluyendo el centro de cada sección de la finca. Se determinó que de un total de 31,607 trips capturados, la mayor cantidad se concentraron en los árboles localizados entre el Norte y el Este (Nor-este) con cerca del 24% equivalente a 7,483 trips, mientras que en el resto de los puntos, las proporciones estuvieron entre el 18 y el 20% (Cuadro 5, Figura 11).

Cuadro 5: Cantidad de trips por punto cardinal de la finca y por estrato de los árboles de macadamia. Finca Monte de oro, Sololá 2003.

SECCION DE LA FINCA	ESTRATO DEL ÁRBOL	PUNTOS CARDINALES					TOTAL
		N-E	S-E	C	N-O	S-O	
A- 72	SUPERIOR	855	707	668	614	779	3623
	INFERIOR	1268	902	742	865	658	4435
	Subtotal	2123	1609	1410	1479	1437	8058
SC 89	SUPERIOR	472	544	521	541	513	2591
	INFERIOR	761	824	556	630	797	3568
	Subtotal	1233	1368	1077	1171	1310	6159
P-89	SUPERIOR	1709	1047	1127	1289	1042	6214
	INFERIOR	1729	1250	1323	1554	1353	7209
	Subtotal	3438	2297	2450	2843	2395	13423
PC 90	SUPERIOR	297	325	363	344	423	1752
	INFERIOR	392	413	401	525	484	2215
	Subtotal	689	738	764	869	907	3967
TOTAL		7483	6012	5701	6362	6049	31607
PORCENTAJES		24%	19%	18%	20%	19%	100%

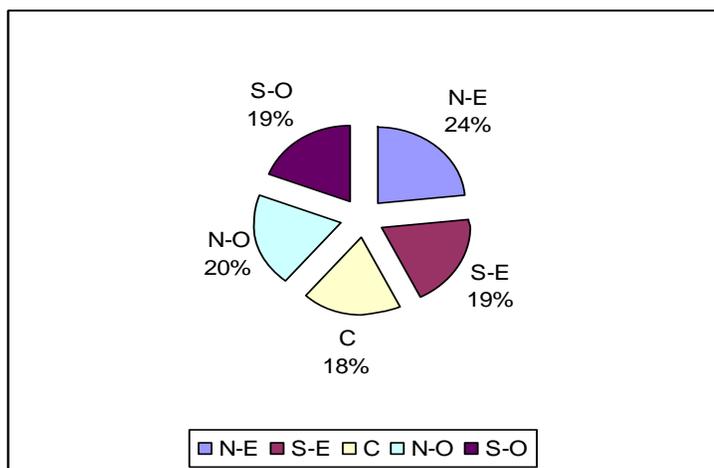


Figura 11. Distribución de trips asociados a nuez de macadamia por punto cardinal.

Al efectuar el análisis de varianza, mediante la prueba múltiple de DUNCAN, se determino que la preferencia de los trips por punto cardinal, es en la parte Nor-Este de la finca, tal como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6: Prueba de DUNCAN para trips por punto cardinal

PUNTO CARDINAL	MEDIA	GRUPO DE DUNCAN
NOR-ESTE	935.38	A
NOR-OESTE	795.25	A B
SUR-OESTE	756.13	B
SUR-ESTE	751.5	B
CENTRO	712.63	B

Tal como se observa en el cuadro anterior, la media mas alta representa el punto cardinal Nor-Este que es donde se concentra la mayor cantidad de trips.

En el caso particular de la finca Monte de oro se pudo determinar de acuerdo al análisis de varianza por prueba múltiple de DUNCAN que en los árboles localizados en la sección denominada Potrero 89 se concentra la media mas alta de 1,342.30 mientras que en el resto de las secciones de la finca la media fue baja, tal como se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7: Prueba de DUNCAN para trips por lugar

LUGAR	MEDIA	GRUPO DE DUNCAN
Potrero 89	1,342.30	A
Antigua 72	805.90	B
San Carlos 89	615.90	C
Pacayal 90	396.70	D

8. CONCLUSIONES

8.1. La especie de trips asociada a las inflorescencias de nuez de macadamia en el periodo de floración de marzo hasta mayo, correspondió a *Frankliniella occidentalis* Pergande.

8.2. Se estableció de acuerdo con los resultados obtenidos y del análisis de varianza para número de trips por lugar, estrato y punto cardinal, que existe diferencias significativas, lo que indica que se debe de aceptar la hipótesis alternativa es decir que como la media del estrato superior es de 709 trips y la media del estrato inferior es de 871.35 trips, se puede concluir que estadísticamente se presentaron más trips en el estrato inferior que en estrato superior.

8.3. Se registró que la sección de la finca con mayor presencia de trips correspondió a la sección Potrero 89 con 42.47% (13,423) del total de los trips capturados (31,607), principalmente en los árboles situados con orientación Nor-Este donde se concentraron cerca del 24% (7,483) de los trips contabilizados.

9. RECOMENDACIONES

9.1. Realizar más estudios en otras localidades dentro de la región productora de Nuez de Macadamia para el caso de Guatemala, que permita confirmar que los trips asociados a nuez de macadamia corresponde a *Frankliniella occidentalis* Pergande.

9.2. Que las aspersiones de insecticidas, durante el período de floración entre marzo y mayo, debe efectuarse principalmente en las inflorescencias situadas en el estrato bajo de los árboles, para obtener un alto porcentaje de cuaje de frutos.

9.3. Al momento de efectuar prácticas tendientes al control de los trips, sea estas mediante la aspersión de productos químicos o biológicos que permitan la reducción de la especie de trips, que correspondió a *F. occidentalis*, esta sea focalizada y principalmente en los árboles de la sección de la finca Potrero 89, con orientación Nor-Este.

9.4. Profundizar la investigación, en relación a la determinación de los niveles de daño económico, mediante la estimación de pegue y cuaje de la fruta.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. APROMAC (Asociación de Productores de Macadamia, CR). 1992. Seminario tecnológico del cultivo de la macadamia. Ciudad Quezada, Costa Rica. 25 p.
2. Berry, PA. 1959. Identificación, morfología externa y anatomía de los insectos. México, OIRSA. 33 p.
3. Bonnemaison, L. 1975. Enemigos animales de las plantas cultivadas y forestales. España, Oikos-Tau. tomo 1, p. 346-365.
4. Bowen, JE. 1991. La nuez de macadamia tropical y promisorio. Agricultura de las Américas no. 5:13-18.
5. California Rare Fruit Growers, US. 1997. Macadamia: *Macadamia* spp., proteaceae (en línea). Hawaii, US. Consultado 11 jul 2011. Disponible en www.crfg.org/pubs/ff/macadamia.html
6. Coronado, R; Márquez, A. 1978. Introducción a la entomología, morfología y taxonomía de los insectos. 9 ed. México, Limusa. p. 137-138.
7. Coto, D; Chacón, R. 1986. Macadamia, técnicas para su producción. Revista MIP no. 45:50-60.
8. Cronquist, A. 1968. The evolution and classification of flowering plant. US, Houghton Mifflin. 396 p.
9. Herrera, AF. 1992. Efectos de la temperatura, humedad, precipitación pluvial, porcentajes de floración en la dinámica poblacional de los trips en manzana. Guatemala, USAC, CUNOC. 65 p.
10. Holdridge, L. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Costa Rica, IICA. 216 p. (Libros y Materiales Educativos no. 34).
11. Krebs, CJ. 1985. Ecología, estudio de la distribución y la abundancia. México, Harla. 753 p.
12. Lemus, C. 2001. Fertilización con elementos mayores en producción del cultivo nuez de macadamia. Tesis Ing. Agr. Quetzaltenango, Guatemala, URL. 55 p.
13. León, L De. 1998. Influencia de los trips en la floración y fructificación de la macadamia en la finca Patzulín en El Palmar, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Mazatenango, Suchitepéquez, Guatemala, USAC, Centro Universitario de Suroccidente. 60 p.

14. Lewis, T. 1973. Thrips: their biology, ecology and economic importance. London, England, Academic. p. 31-39.
15. Little, T; Hills, FJ. 1981. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, Trillas. 270 p.
16. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Sistemas de Información Geográfica, GT). 2002. Información cartográfica (en línea). Guatemala. Consultado 10 oct 2010. Disponible en www.maga.gob.gt/sig/.....
17. Masis, CE; Soto-Manitiu, J. 1982. Insectos asociados a *Macadamia integrifolia*. Agronomía Costarricense 16(1):137-138.
18. Metcalf, CL; Flint, WP. 1965. Insectos destructivos e insectos útiles. México, Continental. 1,208 p.
19. Mound, LA; Marullo, R. 1996. The thrips of central and south America: an introduction (Insecta: Thysanoptera). US, Associated Publishers. 487 p.
20. Paker, JS. 1978. Manejo y control de plagas de insectos. México, Limusa. v. 3, 155 p.
21. Palmer, JM; Mound, LA; Du Heaume, GJ. 1989. Guía de insectos de importancia al hombre. Thysanoptera, Londres, Inglaterra, Cab International. 73p.
22. Radcliffe, EB. 2001. Introducción a la ecología de las poblaciones. US, University of Minnesota, Department of Entomology. s.p.
23. Romero, AD. 1993. *Thrips palmi* una amenaza para la horticultura y fruticultura nacional. México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 38 p.
24. Ross, H. 1978. Introducción a la entomología general y aplicada. España, Omega. 273 p.
25. Ruesink, WG; Kogan, MI. 1975. Bases cuantitativas del manejo de plagas. New York, US, John Willey. p. 315-352.
26. Salvador Alvarado, MA. 1995. Evaluación de cuatro productos biológicos para el control de trips (*Frankliniella brevicaulis* Hood) en el cultivo de la nuez de macadamia (*Macadamia integrifolia*). EPSA Investigación Inferencial. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 44 p.
27. Samayoa, SA. 1971. El cultivo de macadamia. Ciudad, País, OEA. 102 p. (Proyecto Cetrede).

28. Simmons, CS. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la republica de Guatemala. Trad, Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1,000 p.
29. Southwood, T. 1978. Métodos ecológicos con referencia particular del estudio de insectos. Inglaterra, Methuen. 391 p.
30. Tijerina, AD; Byerly, KF. 1980. Dinámica de población, método de muestreo y combate químico. Chapingo no. 21-22:61-68.
31. Velarde, CJ. 1965. La macadamia. Revista Cafetalera 14: 1-16