

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

MONITOREO DE INSECTOS POLINIZADORES EN PALMA AFRICANA
DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA; COATEPEQUE, QUETZALTENANGO
TESIS DE GRADO

EUDES JAVIER BÁMACA LÓPEZ
CARNET 21920-03

COATEPEQUE, ENERO DE 2015
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

MONITOREO DE INSECTOS POLINIZADORES EN PALMA AFRICANA
DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA; COATEPEQUE, QUETZALTENANGO
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
EUDES JAVIER BÁMACA LÓPEZ

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

COATEPEQUE, ENERO DE 2015
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. INOCENCIO SALVADOR LÓPEZ MARROQUÍN

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA
MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN
LICDA. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

Coatepeque, 30 de Enero de 2015

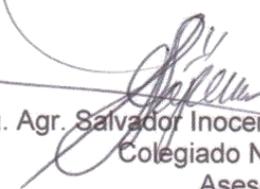
Honorables Miembros del Consejo
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Universidad Rafael Landívar
Campus Central
Guatemala, Ciudad

Respetables Miembros del Consejo:

De manera atenta me permito dirigir a ustedes, para informarles que he concluido el asesoramiento y revisión del informe del trabajo titulado "MONITOREO DE INSECTOS POLINIZADORES EN PALMA AFRICANA DURANTE LA EPOCA LLUVIOSA, COATEPEQUE, QUETZALTENANGO", Realizado por el estudiante Eudes Javier Bámaca López, carné 21920-03, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas y Ambientales.

Considerando que dicho trabajo se ha apegado a las observaciones descritas en virtud de lo cual solicito la aprobación del presente estudio.

Atentamente,



Ing. Agr. Salvador Inocencio López Marroquín
Colegiado No. 1,533
Asesor
Cod. URL 9780



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 061-2014

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante EUDES JAVIER BÁMACA LÓPEZ, Carnet 21920-03 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 06141-2014 de fecha 20 de noviembre de 2014, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**MONITOREO DE INSECTOS POLINIZADORES EN PALMA AFRICANA
DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA; COATEPEQUE, QUETZALTENANGO**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 26 días del mes de enero del año 2015.


ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A

Dios, por darme la sabiduría y la oportunidad de superarme académicamente, por haberme ayudado durante estos años, el sacrificio fue grande pero tú siempre me distes la fuerza necesaria para continuar y lograrlo, este triunfo de obtener este importante título es tuyo mi Dios.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

A.

P. Agr; Luis Barrios	Por el apoyo brindado en el desarrollo
Ing. Salvador López	asesoría y revisión de la presente ,
Ing. Abel Solís	investigación

LA TERNA EVALUADORA

Mgtr. José Manuel Benavente Mejía

Mgtr. Julio Roberto García Morán

Licda. Anna Cristina Bailey Hernández

DEDICATORIA

A:

DIOS: Por haberme dado las armas necesarias para seguir adelante, la capacidad de poder estudiar y la sabiduría para entender las cosas más difíciles, tu que en silencio me has acompañado a lo largo de mi vida y sin pedirme nada a cambio hoy me regalas la alegría de ver realizado uno de mis más anhelado sueño, Gracias por tu gran misericordia y infinito amor por tenerme como agradecerte.

A MI MADRE: Yuly López, Gracias por tu apoyo y consejos, por el gran amor y la devoción que me tienes como hijo, por el apoyo ilimitado e incondicional que siempre me has dado, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos, por haberme formado como un hombre de bien, no hay palabras en este mundo para agradecerte la herencia más valiosa que pudiera recibir.

MIS HERMANOS: Por el apoyo que me demostraron incondicional ya que son una base y unos pilares para mí por todo el amor, cariño, comprensión, y tolerancia recibida por ellos. Aún nos queda mucho por vivir, ya que la vida siempre tiene cosas bellas y por ello siempre tendré tiempo y lugar para todos en muy adentro de mi corazón.

A Mi FAMILIA: Por el apoyo y el amor incondicional, porque no siempre estuve presente en algunos momentos por dedicarme a mis estudios. Gracias por todo, por ser las personas que me apoyaron.

A MIS AMIGOS: A todos, a los que me alentaron siempre, y están cuando los necesito a los que fuera de mi familia sanguínea se convirtieron en parte importante de mi vida, y que siempre tuvieron un gesto de comprensión y apoyo para mi persona, que comprendieron tanto en momentos no compartidos.

INDICE GENERAL

Contenido	Página
RESUMEN.....	i
SUMARY.....	ii
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEORICO.....	3
2.1. Origen y taxonomía de la palma africana.....	3
2.2. Morfología de la palma africana.....	3
2.3. Fisiología de la polinización natural de la palma africana.....	6
2.4. Antecedentes.....	11
III. JUSTIFICACION.....	14
3.1. Planteamiento del problema.....	14
IV. OBJETIVOS.....	16
4.1. General.....	16
4.2. Específicos.....	16
V. METODOLOGIA.....	17
5.1. Localización.....	17
5.2. Metodología.....	18
VI. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	23
6.1 Géneros de insectos polinizadores presentes en inflorescencia masculina en Palma Africana:.....	23
6.2 Géneros de insectos polinizadores presentes en inflorescencia femenina en Palma Africana:.....	31
6.3 Abundancia de insectos polinizadores a lo largo de la temporada lluviosa en Palma Africana:.....	35

6.4 Modelo de regresión de las variables climáticas temperatura y precipitación Pluvial vs Números de individuos por inflorescencia masculina y femenina...	45
VII. CONCLUSIONES.....	56
VIII. RECOMENDACIONES.....	57
IX. BIBLIOGRAFIA.....	58
X. ANEXOS.....	61

MONITOREO DE INSECTOS POLINIZADORES EN PALMA AFRICANA DURANTE LA EPOCA LLUVIOSA, COATEPEQUE, QUETZALTENANGO

RESUMEN

El objetivo de la tesis fue monitorear los insectos polinizadores presentes en la inflorescencia en palma africana, ya que esta información incide sobre la producción de frutos por racimo en la finca Campo Verde, Coatepeque, Quetzaltenango. Este estudio de insectos polinizadores en el cultivo para determinar los géneros presentes en inflorescencia masculina y femenina en antesis. Los muestreos se realizaron dos veces al mes durante 7 meses en las horas de mayor actividad de (8:30 am a 2:00 pm) de los polinizadores escogiendo la flor en antesis de inflorescencia, se considera la temperatura y precipitación pluvial promedio mensual en los muestreos para analizar el comportamiento de los polinizadores. Según los resultados los géneros encontrados fueron *Elaeidobius* y *Mystrops*, se encontraron tres especies *Elaeidobius Kamerunicus*, *Elaeidobius subvittatus* y *Mystrops costaricensis*. El promedio de insectos polinizadores en inflorescencia masculina fueron: 92.8 *Elaeidobius Kamerunicus*; 32.7 *Elaeidobius subvittatus*; y 13.1 *Mystrops costaricensis*. El promedio de insectos polinizadores por especie para inflorescencia femenina fueron: 35 *Elaeidobius Kamerunicus*; 23.6 *Elaeidobius subvittatus*; y 2.6 *Mystrops costaricensis* insectos por mes. No existió correlación entre el número de insectos presentes por especie en las variables climáticas temperatura y precipitación pluvial. Si existió correlación directa entre el número de insectos polinizadores de las 3 especies localizadas en inflorescencia masculina e inflorescencia femenina, por el comportamiento de la fluctuación del número de insectos en inflorescencia masculina esta correlacionado por la inflorescencia femenina.

MONITORING POLLINATING INSECTS IN AFRICAN OIL PALM DURING THE RAINY SEASON, COATEPEQUE, QUETZALTENANGO

SUMMARY

The objective of this thesis was to monitor pollinating insects present during African oil palm inflorescence since it affects the production of fruits per bunch in the Campo Verde farm in Coatepeque, Quetzaltenango. This study of pollinating insects was carried out to determine the genders present in the male and female inflorescence during anthesis. The samplings were carried out twice a month during a 7-month period, when the pollinators are at the height of their activity (from 8:30 am to 2:00 pm), selecting the flower in inflorescence during anthesis, the temperature and monthly average rainfall in the samplings to analyze the pollinators' behavior. According to the results, the genders found were *Elaeidobius* and *Mystrops* and three species were found, which were *Elaeidobius Kamerunicus*, *Elaeidobius subvittatus*, and *Mystrops costaricensis*. The average of pollinating insects in male inflorescence was: 92.8 *Elaeidobius Kamerunicus*; 32.7 *Elaeidobius subvittatus*; and 13.1 *Mystrops costaricensis*. The average of pollinating insects per species for the female inflorescence was: 35 *Elaeidobius Kamerunicus*; 23.6 *Elaeidobius subvittatus*; and 2.6 *Mystrops costaricensis* insects per month. There was no correlation between the number of insects present per species for the temperature and rainfall climate variables. There was a direct correlation between the number of the 3 species of pollinating insects found in the male and female inflorescence due to the behavior of the fluctuating number of insects in male inflorescence that correlates to female inflorescence.

I. INTRODUCCION

La polinización de la palma africana (*Elaeis guineensis*, Jacquin, Arecaceae) es realizada principalmente por varios insectos curculiónidos del género *Elaeidobious*. Los cuales por su alta eficiencia en realizar esta actividad han sido introducidos de África u otros países centroamericanos, a las plantaciones de la región.

La palma africana es una planta monoica, es decir, las flores masculinas se desarrollan separadamente (en el tiempo) de las flores femeninas, pero siempre en el mismo pie de planta. El comportamiento de la población de insectos polinizadores están relacionados directamente con la emisión de estas inflorescencias, las cuales pueden ser en mayor o menor número de acuerdo a la época del año la cual está relacionada con las condiciones climáticas.

Las poblaciones de insectos polinizadores pueden verse afectadas también por condiciones climáticas, razón por la cual esta variable es importante tomarla en cuenta en investigaciones sobre insectos polinizadores, ya que conociendo su comportamiento podemos relacionarla con los efectos directos sobre la producción de frutos por racimo.

Conocer la abundancia del conjunto de visitantes florales, ayudaría a explicar la evolución de los sistemas de polinización en las plantaciones de palma africana de la región. El argumento que se sigue es el siguiente: La composición y abundancia del conjunto de polinizadores puede variar incluso de forma estacional, dentro de un único periodo reproductivo de la planta.

Esta investigación se realizó durante la temporada lluviosa en la Finca Campo Verde, ya que durante esta época del año la emisión de inflorescencias tanto masculinas como femeninas tiene los picos de floración más altos del año, por tanto la abundancia de insectos polinizadores en la plantación depende fundamentalmente de la emisión de inflorescencias por la planta.

Para alcanzar los objetivos propuestos, se tomaron muestras de insectos presentes en inflorescencias masculinas e inflorescencias femeninas en estado de antesis. Se colocaron trampas para capturar los insectos que las visitaron, estas se revisaron sistemáticamente para cuantificar los insectos capturados.

Tomando en cuenta que la abundancia de insectos es afectada por las condiciones climáticas, se correlacionó el número de insectos capturados contra los registros de la precipitación y la temperatura mensual del área en estudio desde mayo a noviembre de 2012, en una plantación de palma africana de cuatro años de edad.

II. MARCO TEORICO

2.1. Origen y taxonomía de la palma africana

2.1.1 Origen

Según Seward (1924), citado por Hartley (1986), existen indicios fósiles, históricos y lingüísticos del origen africano de la palma de africana, sin embargo se cree a su vez que el mismo es escaso y en muchos aspectos, vago. Recientemente se han hecho esfuerzos para relacionar los registros que existen, con los principales hitos de la exploración y en resumen indican que aun cuando pudiere haber rastros de que la palma haya llegado a América a partir del descubrimiento de Colón, no se descartan posibilidades de transportes precolombinos.

2.1.2. Taxonomía

Hartley (1986) manifiesta que la palma africana pertenece a la familia Arecaceae, tribu Coccoineae. Jacquin, la describió en 1763 y le dio el nombre de *Elaeis guineensis*. Según Pinzón (1995), este género incluye tres especies: *Elaeis guineensis*, de África Occidental; *Elaeis oleifera* (*Elaeis melanococa*), que se extiende de Centroamérica a Brasil; y, *Elaeis odora*, una especie muy poco conocida de América del Sur.

El género de *Elaeis* se basó en palmas introducidas en la Martinica y la palma de aceite recibió su nombre botánico de Jacquin en un informe sobre plantas americanas; *Elaeis* se deriva de la palabra griega “elaion”, aceite, mientras que el nombre específico *guineensis* muestra que Jacquin atribuía su nombre a la costa de Guinea. (Hartley, 1986).

2.2. Morfología de la palma africana

Ortiz y Fernández (1994) describen a la palma aceitera por partes de la siguiente manera:

2.2.1. Raíces

La parte inferior del tallo de la palma aceitera es una estructura cónica de la cual surgen hasta 10,000 raíces primarias. Estas raíces miden entre 5 y 10 mm de diámetro y pueden llegar a alcanzar hasta 20 m de longitud. Las raíces primarias crecen hacia abajo o se distribuyen de manera más o menos horizontal y cumplen básicamente una función de anclaje.

Las raíces primarias dan origen a las secundarias que miden entre 2 y 5 mm de diámetro y pocos metros de longitud; están dan origen a las terciarias de 1 a 2 mm de diámetro y hasta 15 cm de longitud; también existen raíces cuaternarias muy pequeñas (Ortiz y Fernández, 1994)

2.2.2. Estipe o estípite

Durante los primeros tres años de edad, el estipe se caracteriza por su forma de cono invertido, de cuyo ápice brotan las hojas y, de la base, numerosas raíces adventicias. A partir de esa edad el tronco se alarga conforme emergen las hojas y puede alcanzar entre 15 y 20 m de alto, con un diámetro que oscila entre 30 y 50 cm (Ortiz y Fernández, 1994)

La palma africana posee un solo punto de crecimiento o meristemo apical que se encuentra en la parte central del tronco. El meristemo apical llega a producir de 30 a 40 hojas nuevas por año. Las funciones principales del tronco son:

- 1.- Soporte de hojas e inflorescencias
- 2.- Almacenamiento y transporte de agua y nutrientes
- 3.- Almacenamiento de carbohidratos y minerales

2.2.3. Hojas

El follaje se forma a partir de los primordios foliares localizados en la parte superior del estipe del que nacen hojas e inflorescencias. El estipe de una palma adulta en condiciones normales posee entre 30 y 40 hojas, las cuales pueden alcanzar entre 5 y 7 m de longitud y pesan de 5 a 8 kilogramos.

Cada hoja madura está compuesta de un raquis, de 50 a 60 folíolos lineales y espinas. La parte proximal del raquis se ensancha en el pseudotallo y se conoce como pecíolo y es ahí donde aparece la mayor parte de las espinas, aparenta ser una hoja compuesta, aunque en realidad es una hoja pinnada, (con folíolos dispuestos como pluma, a cada lado del pecíolo) y consta de dos partes: el raquis y el pecíolo. A uno y otro lado del raquis existen de 100 a 160 pares de folíolos dispuestos en diferentes planos, correspondiendo el tercio central de la hoja a los más largos (1.20m) (Ortiz y Fernández, 1994)

2.2.4. Inflorescencias

La palma africana es monoica, es decir, las flores masculinas se desarrollan separadamente (en el tiempo) de las flores femeninas, pero siempre en la misma planta. Las inflorescencias masculinas y femeninas se forman en las axilas de las hojas; las primeras aparecen aproximadamente entre los 20 – 24 meses y es a partir de esa edad, en condiciones normales, que surgen una por cada hoja que se forma, generalmente existen ciclos de producción de inflorescencias masculinas y femeninas que varían estacionalmente la producción (Ortiz y Fernández, 1994)

La inflorescencia masculina está constituida por un pedúnculo largo o eje central, alrededor del cual se distribuyen cerca de cien espigas de 10 a 20 cm de largo. Cada espiga puede albergar alrededor de un millar de flores. El perianto está formado por seis estambres. El polen posee un atractivo olor a anís (Ortiz y Fernández, 1994)

La inflorescencia femenina es un racimo globoso, cubierto al principio por dos espatas coriáceas y protegido en la base con 5 a 10 brácteas duras y puntiagudas que pueden medir hasta 15 cm de largo. El racimo es sostenido por un pedúnculo corto y fuerte sobre el que se insertan cerca de un centenar de espigas. La flor femenina tiene un perianto doble y el pistilo está compuesto por un ovario tricarpelar y un estigma sécil (Ortiz y Fernández, 1994)

2.2.5. Racimos y frutos

El racimo puede ser de varias formas. Por lo general, es ovoide y posee un tamaño promedio de 35 cm de ancho por 50 cm de largo. El número de frutos producido en cada racimo varía con la edad y con el material genético. Su peso puede variar de 2 a 3 kg en palmas jóvenes y alcanzar hasta 100 kg por racimo en adultas. El racimo está compuesto de un raquis central, espiguillas, frutos normales, partenocárpicos y abortados (Ortiz y Fernández, 1994)

El fruto es una drupa sésil, ovoide, que presenta color oscuro o negro cuando está inmaduro y color predominantemente rojo en su madurez. Existen variaciones en el color y forma del fruto que son genéticamente controladas.

Los componentes relacionados con la producción anual de racimos son el peso promedio y el número de racimos. Estos componentes asociados con el porcentaje de extracción de aceite constituyen el rendimiento total por hectárea (Ortiz y Fernández, 1994)

2.3. Fisiología de la polinización natural de la palma africana

2.3.1. La polinización en palma africana

Hartley (1986), asegura que: "La palma africana es polinizada casi exclusivamente por el viento". En países como Malasia la abundancia de polen en las inflorescencias masculinas atrae a muchos insectos, en particular a tres tipos de abejas: *Apis indica*, *Apis dorsata* y *Melipona laeviceps*. Sin embargo, ellas no visitan a las flores femeninas y se pensaba que el suave olor a anís que emiten estas flores debía su origen a un antecesor primitivo.

Jagoe (1934), citado por Hartley (1986), contó los granos de polen que caían en portaobjetos de microscopio colocados en plantaciones maduras. En un área en donde se observaron inflorescencias masculinas a 8.5 m y 15.2 m de los portaobjetos se registró solamente un promedio de apenas 1 grano por pulgada cuadrada (6.45 cm²)

por hora, siendo esto el equivalente a 94 granos por pulgada cuadrada en el periodo de 3 días en que una inflorescencia femenina es receptiva. En otras áreas se registraron tasas de deposición de 167 a 109 granos por pulgada cuadrada por 3 días y se consideraron suficientes para la polinización. En estos casos se observó la presencia de inflorescencias masculinas en números razonables (siete y trece / ha) de 9.1 m (30 pies) a 68.6 m (225 pies) de los porta objetos. Se concluyó que en estas condiciones y donde las palmas estaban expuestas a los vientos dominantes, el polen transportado por el viento podría ser suficiente para una polinización óptima.

En otros estudios similares se han obtenido promedios mínimos de inflorescencias masculinas por área de cultivo en periodo de antesis que nos dan una referencia numérica de las necesidades básicas para una adecuada polinización natural. Hartley (1986) expone que es tentador confiar en los cómputos de las inflorescencias masculinas como una guía de las necesidades de polen, pero se ha señalado que otros factores tales como precipitación, intensidad del viento y coberturas también están desempeñando su parte; así que, en términos generales se cree que una producción de menos de 25 inflorescencias masculinas mensuales por hectárea puede considerarse peligrosamente baja, mientras que tres veces ese número (75) debería ser adecuada, aunque hoy en día se habla de un rango diario mínimo de 5 inflorescencias masculinas en antesis/ha.

2.3.2. Insectos polinizadores y su acción en la polinización

Dhileepan (1992) citando a Genty, et al (1986) asegura que en la palma africana muchas especies de insectos han sido reportadas como agentes polinizadores naturales, de los cuales el gorgojo *Elaeidobius kamerunicus* es la especie predominante. Además la acción de este insecto ha demostrado científicamente ser de gran ayuda para el proceso de polinización el cual se creía se basaba únicamente en la acción del viento. A través de los resultados obtenidos de los análisis de racimos, de estas investigaciones se comprobó que el índice frutos/racimo aumentó de manera muy significativa en presencia de esta especie de insecto.

Dhileepan (1992) sugiere que ante la ausencia de gorgojos polinizadores naturales especialmente en países de amplio desarrollo del sector palmicultor, han sido recientemente introducidas algunas poblaciones de *E. kamerunicus* (desde Camerún) con el fin de mejorar los índices de producción en las plantaciones comerciales. El principio de la introducción de estas colonias de insectos se basa en la acción de los mismos para ayudar a obtener racimos mejor conformados y aumentar los índices frutos por racimo obteniéndose como consecuencia producciones más cuantiosas y a la vez rentables.

Sánchez y Ortiz (1998) determinan como insectos polinizadores importantes al *Elaeidobius subvitattus* Faust (Coleoptera: Curculionidae) y *Mystrops costaricensis* Gillogly (Coleoptera: Nitidulidae), sobre todo por estar bien adaptados a nuestras condiciones en el continente americano.

- **Características de *Elaeidobius kamerunicus***

Chee y Chiu (1999) manifiestan que el *E. kamerunicus* es un gorgojo pequeño perteneciente al orden Coleóptera de la familia Curculionidae. Su cuerpo entero tiene una medida promedio de 3.25 mm de largo por 1.40 mm de ancho en el macho; y, de 2.71 mm de largo por 1.19 mm ancho en la hembra. De ahí que se conoce que su tamaño es aquello que nos sirve para poder diferenciarlos.

Aún cuando los coleópteros han sido siempre identificados como insectos polinizadores de toda clase de plantas, sin embargo, los gorgojos específicamente la familia Curculionidae no son conocidos por su acción en la polinización a excepción de este género.

Según Law y Corley (1982), en Camerún algunas especies del género *Elaeidobius* son los polinizadores principales. Bajo condiciones climáticas costeras la especie más numerosa es el *E. kamerunicus* cuya capacidad de transferencia de polen es mucho mayor que en otras especies de su género, además se adapta muy bien en épocas

lluviosas y de igual manera responde de forma aceptable en épocas secas. Posee adicionalmente una gran habilidad de búsqueda de inflorescencias y sobre todo es un huésped extremadamente específico de la palma aceitera, razones suficientes por las cuales ha sido introducido ya en varios países del sureste asiático Centro y Sudamérica.

a. Ciclo de vida

El ciclo de vida del gorgojo polinizador de la palma aceitera es hoy en día bien conocido y su importancia se basa en ser totalmente dependiente de la inflorescencia masculina de la palma para completar su ciclo de vida.

Según Liau (1984) describe el ciclo de vida del *Elaeidobius kamerunicus* de la siguiente manera: El huevo es colocado en un punto de alimentación en la parte externa de la porción filamentosa del androceo tubular de la inflorescencia masculina. Usualmente solo se encuentra un huevo en una flor masculina aunque se han reportado varios casos en los que dos huevos han sido observados. El huevo alcanza en uno o dos días el primer estado larvario el cual se alimenta del suave tejido del filamento. Existen tres estados larvarios que se suceden juntos, en el más grande de los tres abrirá camino hacia la siguiente flor para alimentarse. El gorgojo adulto emerge de la inflorescencia masculina completando su desarrollo desde huevo hasta adulto en 9 – 14 días aunque a veces podría llegar a tomarle incluso hasta 20 días.

De acuerdo a Hussein y Rahman (1991) estudiaron las tablas de vida, patrones de supervivencia y edad específica de fecundidad del gorgojo y encontraron que el tiempo máximo que le toma a la hembra *E. kamerunicus* desde huevo hasta adulto varía entre 8 y 12 días. La oviposición empieza en el segundo o tercer día luego de que la hembra emerge, siendo el pico en el quinto y en el sexto día y un máximo de 12 días. La fecundidad media por hembra fue de 35 huevos. La población se multiplica 3.46 veces por generación, el pico de muerte de los insectos ocurre en el estado de larvas con un 60 % de mortalidad. La relación de machos a hembras en la población general es de 1:2. De acuerdo con estos autores los gorgojos son inactivos entre las 7:30 y las 8:30 y

son más activos entre las 12:30 y las 14:30 aunque estos datos pueden variar dependiendo de la zona en la cual se hallaren los insectos.

b. Habilidad de búsqueda de inflorescencias

De acuerdo con Pushparajah y Chew (1981), en un ensayo realizado en Malasia fueron comparadas las habilidades de búsqueda de inflorescencias de varias especies del género *Elaeidobius* con muestreos de inflorescencia masculinas y femeninas ubicadas a 100, 200, 500 y 1000 m de distancia del lugar donde fueron liberados. La especie que tuvo el mayor rango de alcance fue *E. subvittatus* seguido por *E. kamerunicus*, cuyos insectos estuvieron presentes en números considerables en las espigas de las inflorescencia masculinas incluso aquellas más lejanas (1,000 m) al cabo de 45 minutos. Sin embargo el efecto no se repitió de manera tan abrupta en las inflorescencias femeninas ya que la distancia máxima alcanzada con rangos considerables de insectos fue a 100 m del punto de liberación.

2.3.3. Fundamentos para la identificación de insectos polinizadores

La palma africana es un cultivo de polinización entomófila y anemófila, pero a diferencia de otros cultivos la polinización la ejecutan insectos himenópteros como la abeja (*Apis* spp.), en la palma africana los principales responsables de este proceso son los coleópteros, resultando los curculionidos del género *Elaeidobius*, los más eficientes.

2.3.4. Insectos polinizadores y su acción en la polinización

Genty et al (1986) sugieren que el mecanismo de polinización nace en las mismas flores masculinas de la palma aceitera pues es allí donde el insecto se reproduce ya que es específicamente en sus espigas donde el gorgojo coloca sus huevos y de los azúcares de las espigas se alimentan las larvas de estos insectos. El insecto adulto en cambio se cree que se alimenta del néctar secretado por las inflorescencias masculinas las cuales en su etapa de anthesis desprenden un característico olor a anís. Este olor atrae a su vez a los insectos en busca de alimentarse del néctar, y ellos al posarse sobre las espigas cubiertas del polen viable, quedan impregnados de él.

Dhileepan (1992) demostró la manera en la que el polen se pega al cuerpo del insecto que aun cuando al ojo humano parece carecer de polen luego de posarse en la espiga, sin embargo mediante el uso del estereoscopio se puede observar fácilmente como grandes cantidades de granos de polen se han adherido a los pelos de su tórax, abdomen, patas, antenas. Este autor además indica que la cantidad de polen cargado por el insecto macho es siempre mayor al que carga la hembra de manera proporcional en favor de su mayor tamaño lo que le proporciona una mayor superficie de adherencia.

Por otra parte Genty (1986) cree que los insectos una vez alimentados del polen, vuelan cargados de él en busca de copular a las hembras pero son confundidos por el desprendimiento de un olor a anís producido por la inflorescencia femenina en estado de anthesis el cual es muy similar al de la flor masculina en igual estado, lo que ocasiona que el insecto visite la flor femenina llevando consigo el polen en su cuerpo. De acuerdo con el autor, será de esperarse que de esto se obtenga una polinización bastante homogénea de toda la flor femenina, la misma que al madurar formará un racimo bastante bien conformado.

2.3.5. Fundamentos de la liberación de insectos polinizadores

En el cultivo de la palma africana, la polinización es uno de los fenómenos más importantes que garantiza la calidad de la fruta cosechada, ya que viene dada por el llenado de los racimos (% frutos normales/racimo), lo cual afecta directamente el contenido de aceite (% de extracción) y la producción de almendra. Por esta razón, una de las formas de utilizar eficientemente los racimos producidos por las palmas es mejorando la polinización y en algunos casos, es necesario recurrir a la polinización asistida que resulta ser una práctica bastante costosa por los requerimientos tan altos en mano de obra (Molina et al 1999).

2.4 Antecedentes

Durante muchos años prevaleció la idea de que la palma africana era polinizada exclusivamente a través del viento, quizás por la presencia en la inflorescencia de numerosas características típicas de especies polinizadas por el viento, tales como:

abundante producción de polen, estigmas alargados, perianto reducido, color poco atractivo y granos de polen pequeños con superficies lisas y secas (Alpizar, 1988).

Sin embargo, al hacer comparaciones de porcentaje de frutos normales sobre racimos en los continentes Africano y Asiático, se observó que en el golfo de Guinea (África) de donde es originaria la palma africana, este porcentaje era más elevado que en Malasia e Indonesia; por lo que al realizar en África algunos estudios sobre la fauna de las flores masculinas y femeninas se determinó la presencia del agente polinizador de la familia curculionidae, *E. kamerunicus*, el cual es considerado como uno de los mejores agentes polinizadores de la palma aceitera (Genty, et al. 1986).

Chinchilla y Richardson (1990), señalan que en los muestreos realizados en muchas plantaciones de palma en América Latina, antes de la introducción de *E. kamerunicus*, se encontraron dos insectos principales como responsables de la polinización, uno perteneciente a la familia Nitidulidae, género *Mystrops costarricensis*, especie americana y el otro a la familia Curculionidae, *Elaeidobius subvittatus*, que pudo haber sido introducido por error.

La alta productividad de la palma africana, viene dada por una producción permanente de racimos, relacionada con el número de racimos por palma y de su peso promedio (Alpizar, 1988). La inflorescencia femenina de la palma aceitera produce racimos que presentan frutos normales, frutos partenocárpicos y en el peor de los casos pueden presentarse abortos de flores, al no desarrollarse el gameto femenino, por ausencia de fecundación (Ruiz, 2000).

Damas (2001), indica que para lograr la conformación de racimos con la mayor proporción de frutos normales se requiere la presencia de los insectos polinizadores, esto porque la polinización de las flores es en su mayoría del tipo entomófila

En Malasia se observó a *Thrips hawaiiensis*, cuyas poblaciones y actividad no eran suficientes para asegurar una correcta polinización. En el curso de los años 1981-1983 se introdujo este insecto a Malasia e Indonesia y luego a América (Genty, et al. 1986).

En Costa Rica, existieron durante muchos años dos insectos polinizadores asociados a la palma africana (*Elaeidobius subvittatus* y *Mystrops costaricensis*), y más recientemente se introdujo *E. kamerunicus*, el cual es ahora el polinizador predominante (Chinchilla y Richardson 1990), y parece garantizar una polinización adecuada en la mayoría de las plantaciones comerciales en donde coexisten palmas de diferentes edades. Sin embargo, en algunas plantaciones jóvenes aisladas pueden presentarse problemas de polinización asociados a una escasez de inflorescencias masculinas, que constituyen el único substrato en donde *E. kamerunicus* puede completar su ciclo de vida.

En Venezuela se reporta la introducción de *E. kamerunicus* en las principales plantaciones y se conoce de la presencia de otros polinizadores, aunque no son muchas las investigaciones que se tienen al respecto en el país (Prada, et al. 1998).

III. JUSTIFICACION

3.1. Planteamiento del problema y justificación de la investigación

Según Díaz (1988), la palma africana, es la oleaginosa que produce mayor cantidad de aceite por unidad de superficie y podría cubrir en un futuro la demanda de aceites vegetales del país. La alta productividad del cultivo, está dada por una producción permanente de racimos, la cual a su vez depende de una adecuada polinización que en su mayoría es entomófila, proceso que afectan los rendimientos, por lo que se tienen cosechas con racimos con bajo rendimiento, debido a la falta de polinizadores.

En las plantaciones que se manejan en la región el proceso de polinización es realizada de dos formas: de forma asistida, colectando polen, secándolo y posteriormente aplicándolo con talco industrial en la inflorescencia femenina, o introduciendo desde África o Costa Rica el gorgojo *Elaeidobius kamerunicus*, el cual realiza esta labor. Ambos procedimientos incrementan los costos de producción debido al manejo que cada uno de ellos requiere, además de incrementar factores de riesgo, al alterar el equilibrio ecológico debido al desplazamiento que sufren especies nativas.

Los antecedentes muestran que no existe información de estudios sobre la entomofauna nativa en Guatemala que realice esta labor en palma africana, por lo que se carece de información para fomentar o realizar estudios más detallados sobre estos insectos y su crianza masiva para facilitar e incrementar la producción de racimos por unidad de área.

Ante la situación anteriormente planteada, surge la necesidad de realizar la presente investigación, que tiene como objetivo estudiar la abundancia de los insectos polinizadores en la época lluviosa, y de esta manera conocer su situación actual.

Según Barrientos (2008), en Guatemala se han realizado estudios relacionados con el tema de caracterización del polen, pero no se ha realizado un estudio que dé a conocer el grupo funcional de polinizadores de una región. Este conocimiento resulta de gran

importancia especialmente en áreas de agroecosistema que necesitan impulsar polinizadores nativos y así evitar la introducción de especies polinizadoras que probablemente están causando un desequilibrio ecológico en nuestra región.

Existen pocos estudio que registren la contribución de polinizadores silvestres a la producción agrícola, por lo que es necesario incrementarlos para llenar esos vacíos del conocimiento. El conocimiento que se tenga sobre insectos que realizan la polinización es de importancia ya que vemos que en los últimos años el cultivo de palma africana incrementa en área cada año, el esfuerzo que se haga contribuirá, a generar información básica, para el desarrollo de futuros proyectos de insectos polinizadores en palma africana.

Esta información permitiría a) conocer el potencial de especies polinizadoras en el cultivo de palma africana para promover su futura domesticación, b) conocer los factores que limitan el desarrollo de la producción y determinar que especies tienen la mayor tasa de polinización y c) conservar la diversidad del grupo funcional de polinizadores.

Para llevar a cabo esta investigación se realizaron muestreos sistemáticos en una plantación de palma africana de cuatro años de edad, ubicada en la finca Campo Verde, municipio de Coatepeque, Quetzaltenango.

IV. OBJETIVOS

4. 1. General.

- Monitorear e identificar los insectos polinizadores en palma africana (*Elaeis guineensis* Jacquin) durante la temporada lluviosa, en la Finca Campo Verde, Coatepeque, Quetzaltenango

4.2. Específicos

- Determinar las especies de insectos polinizadores presente a lo largo de la temporada lluviosa en palma africana.
- Cuantificar el número de insectos presentes en las flores masculinas y femeninas de palma africana.
- Establecer la relación entre las variables climáticas, temperatura y precipitación, con el número de insectos polinizadores durante la época lluviosa en palma africana.
- Identificar la correlación existente entre el número de insectos capturados en las flores de palma africana con la producción de fruto (kg/ha).

V. METODOLOGIA

5.1. Localización

Bananera Nacional S. A., finca Campo Verde, está ubicada en el triffinio sur occidental en donde coinciden los departamentos de Retalhuleu, Quetzaltenango y San Marcos. Ubicada en las coordenadas (0307) del mapa de Ocos, San Marcos. La finca en estudio se encuentra localizada según el meridiano de Greenwich en las coordenadas $92^{\circ} 7' 26''$ longitud oeste y $14^{\circ} 35' 06''$ latitud norte. Situada a 18 kilómetros de la cabecera municipal, a 98 de la cabecera departamental y a 238 de la ciudad de Guatemala, por la ruta internacional del pacifico CA-2 (Maldonado, 1999).

5.1.1. Características Fisiogeográficas

Bananera nacional S. A. finca campo verde, se encuentra a una altitud de 15 msnm. Según datos de la estación meteorológica (ver anexo 3) para el año 2010, la temperatura máxima fue de 33°C , con una mínima de 21° y una media de 27° . La precipitación pluvial distribuida en los meses de mayo a noviembre, fue en promedio de 127 mm/mes. La velocidad del viento varió de 1.10 a 2.90 km/h con una dirección principalmente al norte-nororiente. La humedad relativa fue de 83 % y una radiación solar de 97207 W/m en promedio (Maldonado, 1999).

La zona de vida según Holdridge (1982), es bosque seco tropical. Se extiende sobre un área de 216 km, que representa el 0.20 % del país. Ocupa una faja ancha en las bajuras del pacifico que bordean el océano, El techo formado por el follaje en los bosques naturales alcanza alturas considerables que a veces sobre pasan árboles gigantes como el cedro, la caoba y la ceiba.

Recursos hídricos, el principal recurso hídrico es el río Ocosito y Pacayá, de los cuales, por medio de motores, se lleva el agua a canales de riego que la conducen para su distribución a motores auxiliares, y estos, a diversas válvulas que proporcionan el agua al cultivo de banano y palma africana, por medio de microaspersores.

5.1.2. Suelos

Estos suelos están desarrollados sobre materias fluvio-volcánicas recientes, a elevaciones bajas. Son los suelos más profundos de Guatemala. Su pH es de neutro a ligeramente ácido. En ellos puede desarrollarse el cultivo de algodón, banano, caña de azúcar, citronela y otros, con fines industriales o para exportación. Se encuentran localizados en la planicie costera del pacífico y se extiende desde México o en la totalidad de los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Suchitepéquez, Retalhuleu, Escuintla.

Según Simons, Tarano y Pinto (1959) estos suelos pertenecen a la serie Tiquisate, franco arenosos.

5.2. Procedimiento

5.2.1. Tamaño de la muestra

Se seleccionó un área piloto donde se tomó la muestra, la cual reunió las siguientes características:

- Homogeneidad en términos de condiciones agro-ecológicas con clima, temperatura similar.
- Facilitación de trampas y la realización del muestreo.
- Ofrece facilidades operativas institucionales que fueron indispensables para la asistencia técnica.

El lote en el cual se realizó el muestreo cuenta con 33.48 hectáreas, con una densidad de 143 plantas por hectárea sembradas a una distancia de 9 m entre planta y 7.8 m entre surco, con una población total de 4787 plantas, estas pertenecen a la variedad Deli x Ghana, para el momento del muestreo las plantas contaron con 4 años y un año en la etapa de producción.

Para determinar el tamaño de la muestra en el área piloto se aplicó la siguiente fórmula para muestreos sistemáticos sugerida por Torres *et al* (2002):

$$n = \frac{N Z^2 p \cdot q}{(N-1) d^2 + Z^2 p \cdot q}$$

Dónde:

n = tamaño de la muestra

Z = nivel de confiabilidad (95%)

p = criterio de máxima varianza (0.5)

q = 1 - p

N = número de plantas para el área piloto

d = error máximo permisible (10%)

Al momento del muestreo se tomó en cuenta que la relación inflorescencias femeninas y masculinas lo que dio 42 el tamaño de la muestra según fórmula de estas 34 fueron femeninas y 8 masculinas; respetando la proporción, de 8:2 en este tipo de cultivo.

Las palmas fueron marcadas para su reconocimiento en cada muestreo.

5.2.3. Muestreo

Los muestreos se realizaron dos veces al mes, durante 7 meses en las horas de mayor actividad de los polinizadores entre las 8:30 am, y las 2:00 pm, escogiendo según la disponibilidad inflorescencias masculinas en estado de antesis, se disectaron dos espiguillas de la parte apical, media y basal de la inflorescencia para tener una muestra homogénea, siguiendo la metodología propuesta por Chinchilla y Richardson (1990).

Tanto las muestras de las inflorescencias masculinas en antesis como las de las trampas colocadas en las inflorescencia femenina en antesis fueron llevadas al laboratorio de entomología de la finca, donde se contabilizaron e identifica a nivel de genero las especies de insectos polinizadores presentes.

5.2.4. Trampa de intersección del vuelo

Con esta trampa inicialmente propuesta por Peck y Davis (1980), se capturaron los escarabajos y otros insectos que visitaron las inflorescencias de la palma, el objetivo fue interrumpirles el paso normal de vuelo. Se utilizó una malla fina de color verde, de forma rectangular con un borde angosto de tela fuerte que a su vez contaron con ojales o laso, con la ayuda de cuerdas, se tensaron en posición vertical, sobre la línea media de una serie de bandeja rectangulares de poca profundidad, de plástico, uno al lado del otro, sin dejar espacio entre ellos.

A estos recipientes se les colocó agua saturada de sal y unas gotas de detergente líquido sin olor para eliminar la tensión superficial del agua y que los insectos se hundieran.

Para la recolección del material capturado en la trampa se usó una pequeña red similar al que se utilizó en los acuarios. Luego éste se depositó en un frasco con agua para ser llevado al laboratorio. Inmediatamente después y con ayuda de la misma red de acuario se enjuagó el material con agua pura con el fin de eliminarle suciedad, la sal y el detergente, para luego ser montado y almacenado en alcohol.

5.2.5 Identificación de insectos

Los insectos eran colectados y se colocaban en agua saturada con sal, posteriormente se le colocaba al frasco una etiqueta en la cual se identificaba el día de captura, el tipo de inflorescencia de procedencia y la hora de captura.

Se identificaron los especímenes colectados en el laboratorio de diagnóstico fitosanitario, de la Dirección de Sanidad Vegetal ubicado en Barcenas Villa Nueva, del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) en la ciudad de Guatemala, por el Ing. Msc. Edil Rodríguez que con ayuda de claves pictóricas identificaron las especies capturadas (Ver anexos 4,5 y 6).

El siguiente diagrama muestra los pasos a seguir en la identificación de los insectos:

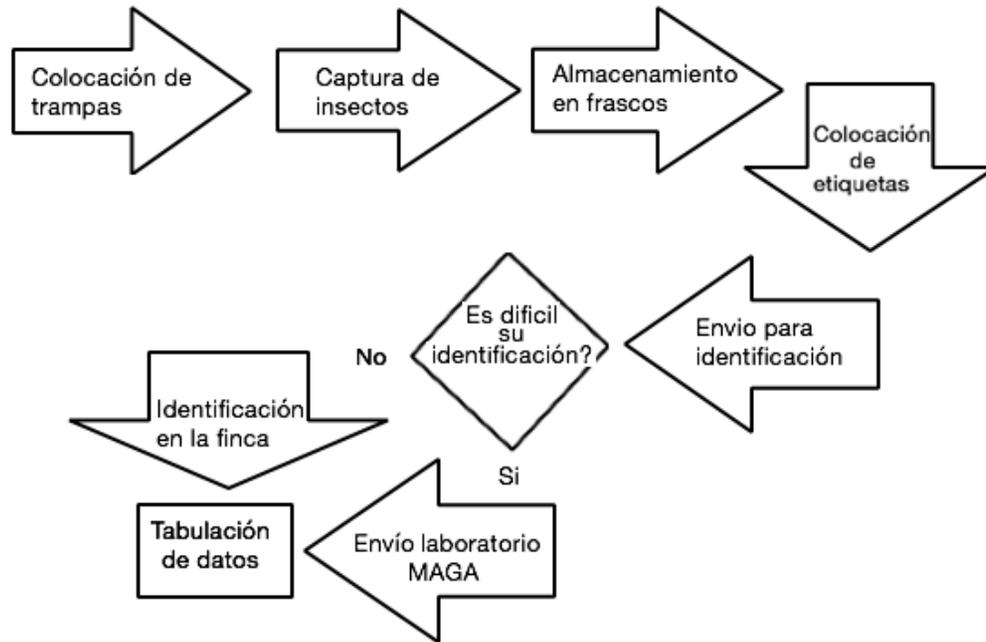


Figura 1. Flujo de proceso de captura e identificación de insectos polinizadores en el cultivo de palma africana.

5.3 Variables de respuesta

- a) Numero de insectos por especie: Esta variable ayudó a determinar el número de insectos presentes en las inflorescencias masculina y femenina
- b) Abundancia de insectos por inflorescencia masculina en antesis en cada lote muestreado: se contó el número de insectos por especie en las espiguillas disectadas de la parte apical, media y basal de cada inflorescencia
- c) Abundancia de especies de insectos por Inflorescencia femenina en antesis en cada lote muestreado: se contó el número de insectos por especie en las trampas colocadas en cada inflorescencia femenina en antesis.

- d) Precipitación pluvial en mm/día y temperatura en °C/día y correlación con el modelo de regresión del número de insectos presentes. Se registró la precipitación y temperatura promedio mensual en el periodo de muestreo, para analizar el comportamiento de los insectos polinizadores entre un mes y otro, correlacionando las variables climáticas precipitación y temperatura con respecto al comportamiento de los insectos.

5.4. Análisis de la información

Para determinar el coeficiente de correlación de Pearson y el modelo de regresión lineal se utilizó el programa estadístico Minitab 16 ®. Para la tabulación de datos y elaboración de gráficas se utilizó el programa Excel 2011 ®.

Se determinó el coeficiente de correlación de Pearson. para conocer el grado de asociación y la naturaleza de ésta entre las variables reproductivas, las entomológicas y las climáticas estudiadas se analizó la correlación existente entre temperatura, precipitación pluvial y rendimiento (kg/ha) vs número de insectos capturados en inflorescencia masculina y femenina, para ello se utilizó el programa Minitab 16 ® el cual determinó el coeficiente de correlación y el modelo de regresión lineal de las variables asociadas evaluadas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Géneros de insectos polinizadores presentes en inflorescencia masculina en Palma Africana:

Se realizó el muestreo de 8 flores masculinas, distribuidas en todo el lote muestreado de acuerdo a la formula estadística determinada para obtener el número de flores a muestrear.

Las flores masculinas se dividieron en área basal, media y apical, lugares donde se realizó el muestreo correspondiente tomando muestras de las 3 áreas descritas anteriormente para cada una de las 8 flores masculinas, realizándose la selección de especímenes para enviarse al laboratorio de entomología de la finca y su posterior identificación de acuerdo a las características morfológicas que presentaron. La figura 1 muestra una inflorescencia masculina:



Figura 1. Inflorescencia masculina de palma africana con trampas para capturar insectos polinizadores.

Tal como se puede observar en la figura 1, la parte basal es la que por su posición se encuentra más próxima al suelo observándose 2 trampas para coleccionar insectos, luego la parte media es la que se encuentra en el centro de toda la inflorescencia observándose una trampa para capturar insectos y por último esta la parte distal de la inflorescencia con respecto al suelo llamada parte apical en esta investigación, observándose una trampa para coleccionar insectos.

Es importante mencionar que no todos los géneros estuvieron durante la temporada lluviosa en la inflorescencia masculina, sin embargo las tres especies encontradas dos pertenecen a la familia Curculionidae y una a la familia Nitulidae. Estas especies se detallan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Especies polinizadoras encontradas en inflorescencias masculinas en el cultivo de palma africana.

Familia	Género	Especie
Curculionidae	<i>Elaeidobius</i>	<i>kamerunicus</i>
Curculionidae	<i>Elaeidobius</i>	<i>subvittatus</i>
Nitidulidae	<i>Mystrops</i>	<i>costaricensis</i>

De acuerdo a lo descrito por Turner y Gilbanks (1974) a pesar que algunos científicos coincidían en la importancia del papel que jugaban los científicos en la polinización de la palma africana, la polinización entomófila fue olvidada y se consideró por mucho tiempo que el único agente polinizador era el viento. Sin embargo de acuerdo a Syed (1978) demostró que los insectos polinizadores son los principales responsables de que ocurra la polinización principalmente de la familia Curculionidae.

Lo anterior concuerda con lo visto en la finca, ya que se encontró dos especies de la familia Curculionidae como se muestra en el cuadro 1. Sin embargo Genty *et al.* (1986) en América Latina establece que aparte de insectos polinizadores de la familia Curculionidae también se reporta la aparición de insectos de la familia Nitidulidae

específicamente *Mystrops costaricensis*, precisamente la tercera especie de insectos polinizadores encontrados en esta investigación.

Las siguientes figuras muestran las características morfológicas propias de cada especie localizada en la inflorescencias masculinas:



Figura 2. *Elaeidobius kamerunicus* encontrado en inflorescencia masculina en cuerpo completo (A), abdomen femenino (B) y abdomen masculino (C).

En la imagen anterior se observa una imagen del insecto polinizador *Elaeidobius kamerunicus*, y la comparación del abdomen masculino y femenino, pudiendo observarse las diferencias en cuanto a características del abdomen se refiere, la siguiente imagen muestra una vista lateral de la especie mencionada anteriormente:



Figura 3. Vista lateral de *Elaeidobius kamerunicus* capturado en inflorescencia masculina en el cultivo de palma africana.

Se puede observar que el insecto alcanza una longitud aproximada de 4 mm desde el vértice frontal hasta el vértice final del abdomen según la escala de medición de la figura 3, estos insectos estuvieron presentes durante toda la época lluviosa. En promedio se observó 93 especímenes de *Elaeidobius kamerunicus* por inflorescencia al mes comprendido entre los meses de mayo a noviembre. El siguiente cuadro describe a detalle la cantidad de especímenes capturados en las 3 secciones en las que se dividió la inflorescencia masculina en esta investigación:

Cuadro 2. Promedio de *Elaeidobius kamerunicus* en la sección basal, media y apical en inflorescencia masculina en el cultivo de palma africana.

Sección	Cantidad de especímenes
Basal	87.6
Media	129.4
Apical	61.4

Se puede observar que la mayor cantidad de *Elaeidobius kamerunicus* estuvieron en la zona media de la inflorescencia, y esto se debe principalmente a que es la zona donde se encuentra mayor cantidad de flores observándose 129 especímenes por inflorescencia al mes, no así en la parte apical donde se observó un promedio de 61.4 especímenes y por último la sección basal, donde se capturaron 87.6 especímenes por inflorescencia al mes.

Esta especie se introdujo a América (Colombia, Ecuador, Costa Rica y Honduras) a partir de 1985, y trajo un incremento favorable en el mejoramiento de la polinización (Chinchilla, 1990). Los machos de esta especie según Syed (1978) transportan un número de granos de polen mayor al de las hembras.

También se observó la especie *Elaeidobius subvittatus* desde el mes de mayo hasta el mes de noviembre al igual que la especie *Elaeidobius kamerunicus*, por lo tanto se puede determinar que está presente en todo el ciclo lluvioso. A continuación se muestra una imagen de dicha especie:



Figura 4. Especimen de *Elaeidobius subvittatus* capturado en inflorescencia masculina en cultivo de palma africana.

Se puede observar que el tórax y la cabeza es de color más oscuro que el abdomen, principal característica para diferenciarlo del resto de los insectos polinizadores

localizados en la plantación de palma africana. En promedio se capturaron 33 insectos por inflorescencia, por lo tanto su presencia es menor que *Elaeidobius kamerunicus* donde se encontraron mayor cantidad en las inflorescencias masculinas.

Se supone que esta especie fue introducida en Centro América en muestras de polen obtenidas en algún lugar de Africa occidental de acuerdo a Genty *et al.*, (1986). Lo más importante es que este polinizador es más eficiente que *Mystrops costarricensis* debido a su mayor capacidad de transporte de polen y un mayor período de actividad en horas de alta intensidad lumínica (syed, 1984).

La figura 5 hace una comparación de la cantidad promedio de *Elaeidobius subvittatus* capturados por mes en las diferentes zonas de la inflorescencia masculina:

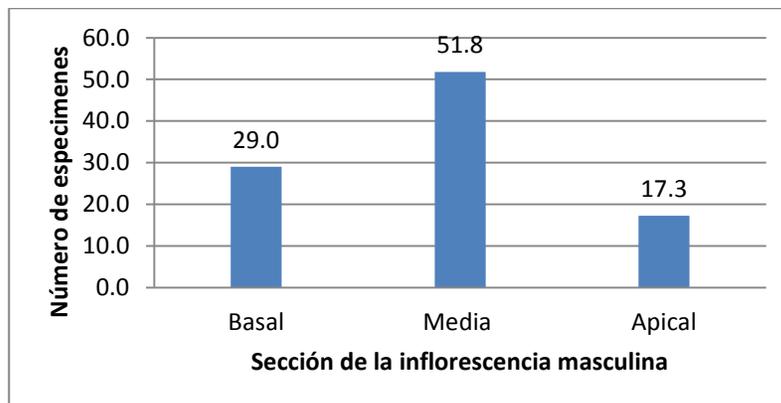


Figura 5. Distribución de captura promedio al mes por inflorescencia masculina de *Elaeidobius subvittatus* en el cultivo de Palma Africana.

Puede observarse que al igual que *Elaeidobius kamerunicus* el *Elaeidobius subvittatus* prefiere la zona media de la inflorescencia, esto es a que tiene mayor área con respecto a las otras dos zonas colectándose 51.8 especímenes por inflorescencia al mes, el comportamiento es similar al *Elaeidobius kamerunicus* ya que se obtuvo un promedio de 29 especímenes por inflorescencia y por último en la zona apical se encontró 17 especímenes por inflorescencia al mes. Los anteriores datos fueron de los meses comprendidos entre mayo hasta noviembre.

La otra especie encontrada en la inflorescencia masculina fue *Mystrops costaricensis*, el cual no se encuentra en toda la época lluviosa, ya que únicamente se comenzó a observar a partir del mes de septiembre a noviembre. Además es la especie que está en menor presencia en la inflorescencia masculina del cultivo de Palma africana. La siguiente figura hace una referencia a las características propias de esta especie:



Figura 6. Espécimen de *Mystrops costaricensis* encontrado en la inflorescencia masculina del cultivo de Palma Africana.

A diferencia de las especies anteriores este presenta un color uniforme y de tonalidad más clara y sólida sin manchas, por lo tanto le da un aspecto fácil de diferenciar aunque su fisonomía sea similar a las anteriores.

Esta es una especie americana, aparentemente que ya se había adaptado a *Elaeis oleífera* cuando *Elaeis guineensis* fue traída al continente americano; tiene actividad crepuscular (por las tardes) y fue descrita por Gillogly en 1968 a partir de un material enviado desde Costa Rica (Genty *et al.*, 1986).

Esta especie estuvo presente en menor número comparado con las dos primeras especies de la familia curculionidae ya que únicamente se observaron 13 especímenes

por inflorescencia al mes durante los meses de septiembre a noviembre. A continuación la siguiente gráfica hace una comparación de la presencia en la parte basal, media y apical de dicha especie:

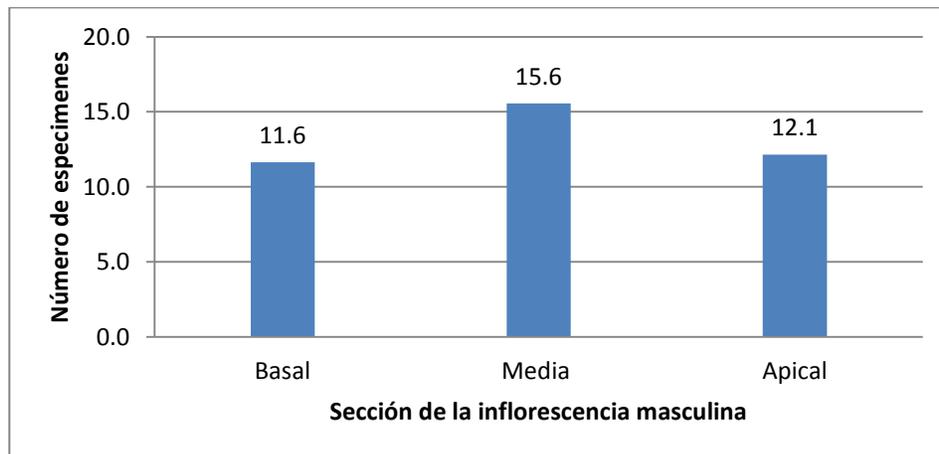


Figura 7. Promedio de *Mystrops costaricensis* capturados por mes en la zona basal, media y apical de la Inflorescencia masculina en Palma Africana.

Se puede observar que la tendencia es similar a las dos especies anteriores, colectándose más insectos en la zona media con 15.6 especímenes en promedio al mes por inflorescencia, mientras que en la zona basal se contabilizaron 11.6 insectos de la especie *Mystrops costaricensis* por inflorescencia al mes, mientras que al igual que en las dos especies anteriores fue donde menor cantidad de insectos se colectaron, observando en promedio 12.1 insectos al mes por inflorescencia masculina.

Principalmente la aparición de mayor cantidad de insectos polinizadores en la parte media de la inflorescencia masculina se debe a que existe mayor cantidad de polen en esa zona, además Damas (2001) sugiere que la temperatura y la humedad es más favorable en esa zona, por lo tanto se vuelve más atractiva para los insectos polinizadores.

6.2 Géneros de insectos polinizadores presentes en inflorescencia femenina en palma africana:

Para la obtención de la muestra de insectos polinizadores que frecuentan la inflorescencia femenina, se colocó una trampa con malla cuya apertura de los agujeros era lo suficientemente pequeña para evitar el paso de los mismos hacia la inflorescencia, colocándose esta frente a dicha inflorescencia, esto con la finalidad de recrear el ambiente óptimo como se desarrolla comúnmente la visita de los insectos, a continuación se presenta una figura con inflorescencia femenina:



Figura 8. Inflorescencia femenina de palma africana.

Se puede observar una inflorescencia femenina completamente desarrollada y receptiva para insectos polinizadores.

Es importante mencionar que la trampa se colocó lo más cercano a la inflorescencia femenina, colocándose la malla de tal forma que abarcara toda la parte frontal de dicha inflorescencia, esto para capturar la mayor cantidad de insectos y obtener así un mayor número de especímenes tal y como se muestra en la siguiente figura:



Figura 9. Trampa para capturar insectos polinizadores, colocada frente a la inflorescencia femenina del cultivo de palma africana.

Como se observa en la figura 9 se colocó un recipiente de forma rectangular con agua para la captura de insectos, se le colocó un insecticida a la malla distribuyéndola uniformemente en dicha estructura, agregándole unas gotas de detergente y 2 onzas de sal para romper la tensión superficial del agua e incrementar las posibilidades de que el insecto no salga y abandone la trampa.

Al igual que en la inflorescencia masculina, en la inflorescencia femenina también se observaron los mismos géneros de insectos, estos fueron:

- *Elaeidobius subvittatus*
- *Elaeidobius kamerunicus*
- *Mystrops costaricensis*

En la siguiente figura se realizó una comparación de los 3 tipos de insectos capturados en la inflorescencia femenina en el cultivo de Palma Africana:

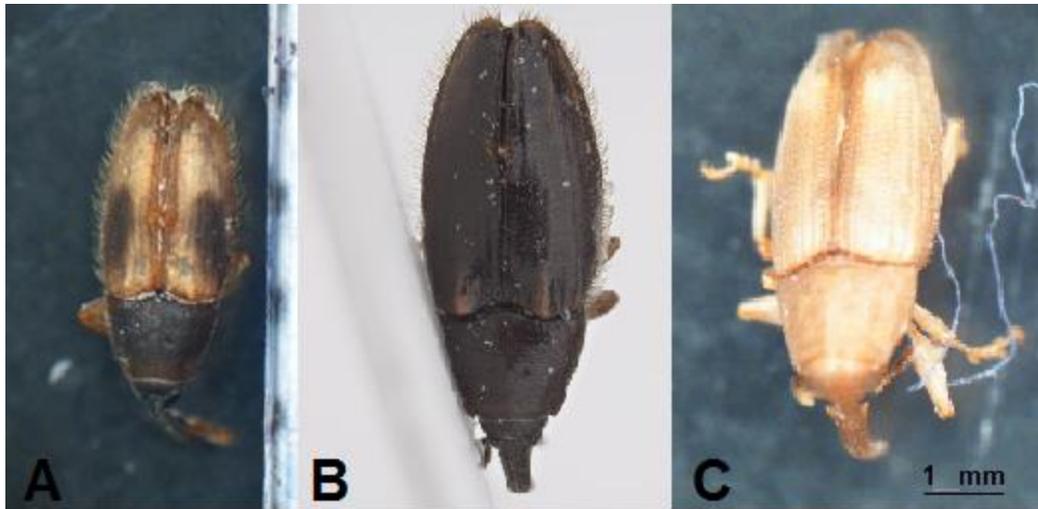


Figura 10. Insectos polinizadores capturados en inflorescencia femenina, *Elaeidobius subvittatus* (A), *Elaeidobius kamerunicus* (B) y *Mystrops costaricensis* (C).

A pesar de que su morfología es similar, la coloración de los insectos cambia drásticamente por lo tanto se convierte en la característica más importante para diferenciarlo a nivel de campo.

Según Vallejo (1981) debido a que la palma africana es una especie monoica característica que obliga a la polinización cruzada, ya que solamente puede encontrarse ambas inflorescencias (masculinas y femeninas) en estado receptivo al mismo tiempo es necesario evaluar la presencia de los insectos polinizadores en ambas inflorescencias para garantizar la polinización, en el cuadro 3 se puede observar que se colectaron especímenes de las 3 especies.

La cantidad de insectos capturados en la inflorescencia femenina fue diferente durante los meses de mayo a noviembre, tal y como se describe en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Comparación de la cantidad de insectos promedio capturados por inflorescencia al mes por especie:

Especie	No de insectos /inflorescencia/mes	
	Femenina	Masculina
<i>Elaeidobius subvittatus</i>	23.66	32.7
<i>Elaeidobius kamerunicus</i>	35.0	92.8
<i>Mystrops costaricensis</i>	2.6	13.1

Según Syed (1988) *Elaeidobius subvittatus* a pesar de ser menos numeroso en las inflorescencias femeninas transportan una cantidad inferior de polen con respecto a *Elaeidobius kamerunicus*. Esto se observó en la investigación ya que en el cuadro 3 se hace una comparación de capturas de insectos polinizadores y efectivamente *Elaeidobius subvittatus* tuvo menor presencia con respecto a *Elaeidobius kamerunicus*.

A pesar de que la captura fue menor, el orden de cantidad de insectos por las 3 especies anteriores sigue la misma tendencia que en la inflorescencia masculina colectándose de más a menos insectos en el siguiente orden: *Elaeidobius kamerunicus*, *Elaeidobius subvittatus* y *Mystrops costaricensis*.

Cuadro 4. Comparación de la cantidad de insectos promedio expresado en porcentaje por inflorescencia al mes por especie:

Especie	Insectos capturados expresado en porcentaje	
	Femenina	Masculina
<i>Elaeidobius subvittatus</i>	38.62	23.59
<i>Elaeidobius kamerunicus</i>	57.13	66.95
<i>Mystrops costaricensis</i>	4.25	9.46
Total	100	100

Únicamente en la especie *Elaeidobius subvittatus* existió mayor presencia de insectos polinizadores en la inflorescencia femenina, mientras que en las otras dos especies fue notoria la mayor atracción de especímenes de insectos polinizadores en la inflorescencia masculina. Según Prada *et al.*, (1988) el hecho que se manifieste mayor

presencia de insectos en la inflorescencia femenina con respecto a la masculina es calificada por algunos autores como desafortunada desde el punto de vista de fecundación, pues esto no permite que se transporte demasiado polen a la inflorescencia femenina.

Mientras que en *Elaeidobius kamerunicus* y *Mystrops costaricensis* se observó mayor cantidad de insectos en la inflorescencia masculina que en la femenina, lo anterior se debe a que Genty *et al.*, (1986) sugiere que el mecanismo de polinización nace en las mismas flores masculinas de la palma africana pues es allí donde el insecto se reproduce ya que es específicamente en sus espigas donde el insecto coloca sus huevos y de los azúcares de las espigas se alimentan las larvas de estos insectos. El insecto adulto en cambio se cree que se alimenta del néctar secretado por las inflorescencias masculinas las cuales en su etapa de antesis desprenden un característico olor a anís. Este olor atrae a su vez a los insectos en busca de alimentarse del néctar, y ellos al posarse sobre las espigas cubiertas del polen viable, quedan impregnados de él.

6.3 Abundancia de insectos polinizadores a lo largo de la temporada lluviosa en palma africana.

Los datos se comenzaron a tomar cuando la época lluviosa inició en el mes de mayo hasta el mes de Noviembre, promediándose luego lecturas mensuales por inflorescencia masculina, femenina, género y especie de insectos polinizadores.

Las variaciones se observaron durante toda la época lluviosa, obteniéndose datos diversos que contrastan entre especies identificadas, a continuación se detalla la información obtenida por especie:

6.3.1 Insecto polinizador *Elaeidobius kamerunicus*:

Fue el insecto que presentó mayor abundancia tanto en inflorescencia masculina como femenina. A continuación se detalla la cantidad de insectos polinizadores de la especie *Elaeidobius kamerunicus* en toda la época lluviosa en inflorescencia masculina:

Cuadro 5. Cantidad de insectos promedio de *Elaeidobius kamerunicus* presentes durante los meses de Mayo a Noviembre en la sección basal, media y apical en inflorescencia masculina en palma africana.

Meses	Sección de la flor masculina (Número de insectos)		
	Basal	Media	Apical
Mayo	103.7	42.8	40.5
Junio	77.8	47.5	52.8
Julio	65.9	51.8	23.2
Agosto	52.3	172.5	59.2
Septiembre	79.0	165.4	57.1
Octubre	110.83	216.50	90.75
Noviembre	123.67	209.42	106.58
Promedio:	87.6	129.4	61.4

La mayor cantidad de insectos *Elaeidobius kamerunicus* se encontró en la parte media, con un total de 129.4 insectos por planta al mes en la inflorescencia masculina, mientras que la sección apical es la que frecuentan en menor escala con únicamente 61.4 insectos y la zona basal es la que reporta la segunda cantidad mas alta con 87.6 insectos/inflorescencia al mes.

Las variaciones de los insectos fue progresiva a excepción de la zona basal ya que al inicio se obtuvo 103.7 insectos comparado con los 42.8 insectos colectados de la zona media y los 40.5 colectados de la zona apical. Es importante recalcar que desde los meses de Mayo hasta Julio la zona basal reportó mayor cantidad de insectos, posteriormente desde Agosto a noviembre fue la zona media que reportó mayor cantidad de insectos comparado con la zona basal y apical. La siguiente figura describe de mejor forma la línea de tendencia de los insectos capturados de *Elaeidobius kamerunicus*:

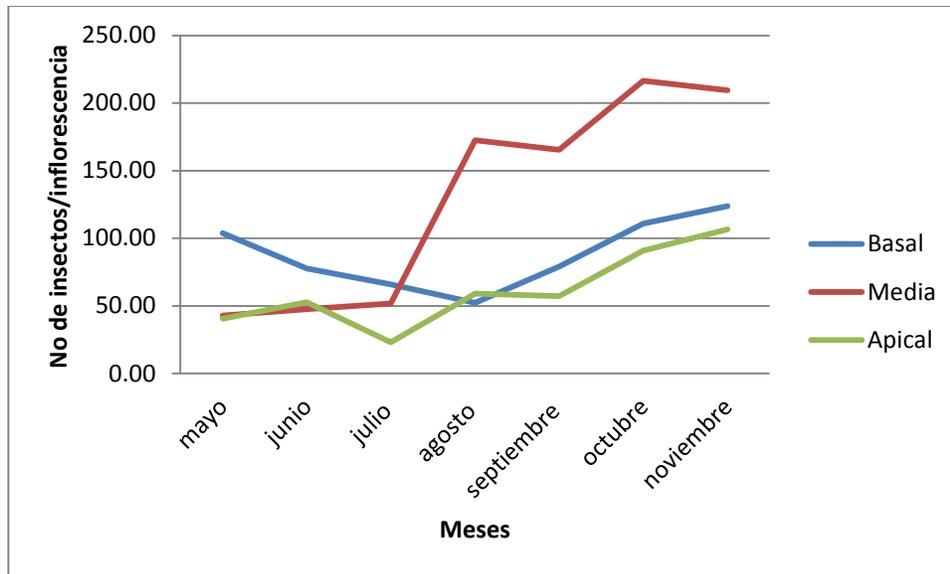


Figura 11. Comportamiento del número de insectos *Elaeidobius kamerunicus* presente en inflorescencia masculina en los meses de Mayo a Noviembre en el cultivo de Palma Africana.

De acuerdo a la figura 11 conforme se estabilizaba el invierno mayor era la cantidad de insectos presentes en la inflorescencia masculina, concordando por lo descrito por Prada *et al.*, (1998) quien determinó que los adultos de *Elaeidobius kamerunicus* y *Elaeidobius subvittatus* aparecen en mayor número en época lluviosa debido a que hay una mayor disponibilidad de inflorescencia masculina durante la época húmeda, lo cual representa la principal fuente de alimento de estos insectos, favoreciendo su reproducción.

La parte basal reportó la mayor cantidad de insectos en los meses de mayo a Julio, posteriormente la zona media de la inflorescencia reportó mayor cantidad de insectos llegando a obtener hasta 216 insectos colectados en el mes de octubre, obteniendo así el número más alto en toda la época lluviosa.

Además de la inflorescencia masculina también se realizó el conteo de insectos en la inflorescencia femenina donde se promedió desde Mayo hasta noviembre el número de especímenes capturados por inflorescencia en los meses mencionados anteriormente.

La siguiente tabla muestra el comportamiento de la captura de insectos durante la época de lluvia para *Elaeidobius kamerunicus*

Cuadro 6. Cantidad de insectos promedio de *Elaeidobius kamerunicus* presentes durante los meses de Mayo a Noviembre por inflorescencia femenina en Palma Africana.

Meses	<i>Elaeidobius kamerunicus</i>
Mayo	16.67
Junio	22.33
Julio	23.75
Agosto	41.42
Septiembre	46.58
Octubre	52.25
Noviembre	42.00
TOTAL	245.00

En total se capturaron en total 245 insectos correspondientes a la especie *Elaeidobius kamerunicus*, sin embargo se pudo observar que conforme avanza la época de lluvia la presencia de este insecto es mayor, obteniendo en el mes de Mayo 16.67 insectos por inflorescencia, mientras que en el mes de octubre se capturaron 52.25 insectos por inflorescencia capturado y finalmente esto decae en el mes de noviembre capturando 42 insectos/inflorescencia, la siguiente figura determina el comportamiento de los insectos a lo largo de toda la época lluviosa:

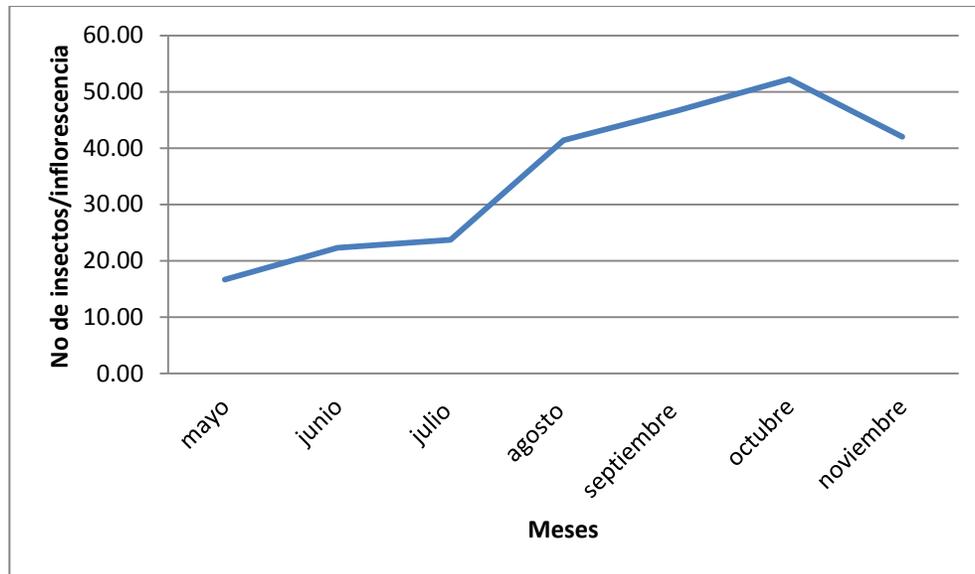


Figura 12. Comportamiento del número de insectos *Elaeidobius kamerunicus* presente en inflorescencia femenina en los meses de Mayo a Noviembre en el cultivo de palma africana.

La tendencia es al alza, obteniéndose para ello valores que iniciaron en 16.67 insectos en el mes de Mayo para finalmente mantener un decrecimiento de insectos en los meses de octubre y noviembre y esto se debe principalmente a que conforme avanza la época de lluvia los insectos tienden a completar su ciclo biológico generando de esta forma más insectos polinizadores de la especie *Elaeidobius kamerunicus*. La temperatura para los meses de mayo a septiembre son similares, como se puede observar en el cuadro 10.

6.3.2 Insecto polinizador *Elaeidobius subvittatus*:

Fue la segunda especie que mostró mayor cantidad de insectos polinizadores presentes en la inflorescencia masculina después de *Elaeidobius kamerunicus*, sin embargo la tendencia fue similar, donde el promedio en la parte basal fue de 29 insectos por mes, en la parte media fue de 51.8 insectos por inflorescencia mensual y en la zona apical se obtuvo menor cantidad de insectos con 17 insectos colectados en dicha zona mensual, los datos se presentan a continuación:

Cuadro 7. Cantidad de insectos promedio de *Elaeidobius subvittatus* presentes durante los meses de Mayo a Noviembre en la sección basal, media y apical en inflorescencia masculina en Palma Africana.

Meses	Sección flor masculina (No de insectos presentes)		
	Basal	Media	Apical
Mayo	12.83	7.08	5.83
Junio	16.83	10.08	4.67
Julio	18.33	11.92	3.92
Agosto	31.08	70.92	14.33
Septiembre	24.83	70.42	26.00
Octubre	49.08	105.58	34.33
Noviembre	50.17	86.67	32.00

La mayor cantidad de insectos en el mes de mayo fue mayor en la parte basal de la inflorescencia masculina, obteniéndose 12.83 insectos, comparado con los 7.08 insectos de la zona media y los 5.83 insectos de la zona apical.

Al igual que en *Elaeidobius kamerunicus* la tendencia fue similar obteniendo mayor cantidad de insectos en la parte basal en los meses de Junio y Julio, sin embargo los meses de Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre.

La siguiente figura hace una comparación y proyecta una tendencia de los insectos capturados por zona de la inflorescencia masculina en el cultivo de palma africana, los datos se describe a continuación:

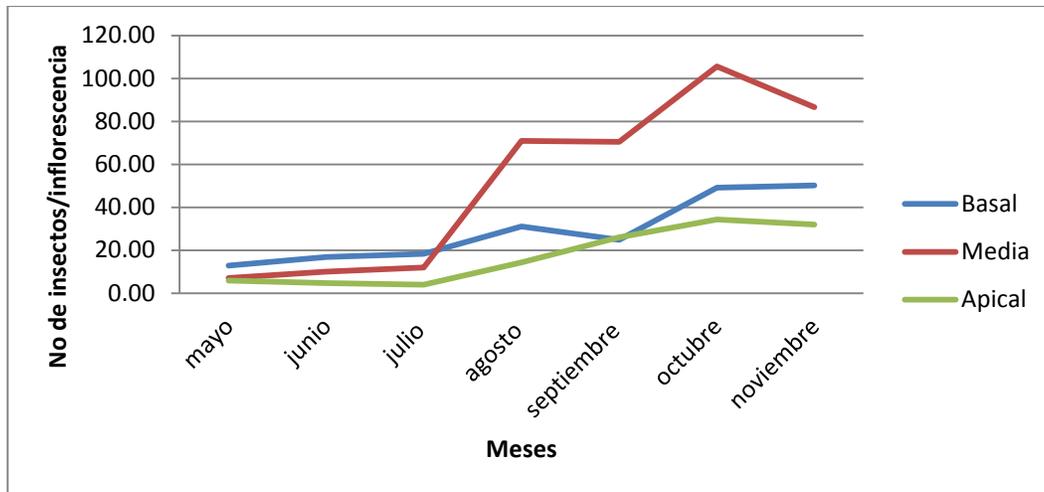


Figura 13. Comportamiento del número de insectos presente de la especie *Elaeidobius subvittatus* en inflorescencia masculina en los meses de Mayo a Noviembre en el cultivo de palma africana.

La tendencia fue similar, obteniéndose la mayor cantidad de insectos en los últimos meses principalmente en la zona media de la inflorescencia masculina, sin embargo en los primeros meses fue en la zona basal donde se obtuvo mayor cantidad en los meses de mayo a julio, siendo octubre el que mayor número de insectos obtuvo.

El comportamiento de la especie *Elaeidobius subvittatus* tuvo una dinámica distinta comparado con la especie *Elaeidobius kamerunicus* ya que esta inició con 3.33 insectos por inflorescencia en el mes de mayo con un crecimiento progresivo hasta el mes de septiembre, donde obtuvo una presencia de 51 especímenes por inflorescencia femenina presente, posteriormente los próximos dos meses (octubre y noviembre) obtuvieron únicamente 39.75 y 34 insectos muestreados respectivamente por inflorescencia femenina en palma africana.

Cuadro 8. Cantidad de insectos promedio de *Elaeidobius subvittatus* presentes durante los meses de Mayo a Noviembre por inflorescencia femenina en palma africana.

Meses	<i>Elaeidobius subvittatus</i>
Mayo	3.33
Junio	4.42
Julio	10.33
Agosto	22.83
Septiembre	51.00
Octubre	39.75
Noviembre	34.00
TOTAL	165.67

En total se capturaron en total 165.67 insectos por inflorescencia desde mayo a noviembre, siendo así la segunda especie más capturada por detrás únicamente de *Elaeidobius kamerunicus*. La siguiente figura muestra el comportamiento de dicha especie a lo largo de la época de lluvia:

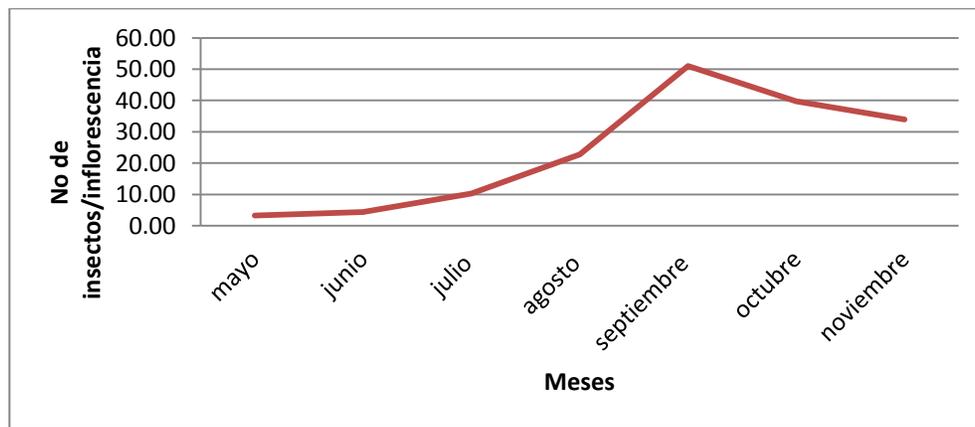


Figura 14. Comportamiento del número de insectos *Elaeidobius subvittatus* presente en inflorescencia femenina en los meses de Mayo a Noviembre en el cultivo de palma africana.

Tal como se puede apreciar, la cantidad de insectos capturados obtuvo un crecimiento sostenido en los primeros cinco meses, para finalmente decrecer en los meses de

octubre y noviembre. Según lo observado en campo el mes de septiembre tuvo una mayor floración y por ende un mayor número de capturas.

6.3.3 Insecto polinizador *Mystrops costaricensis*

De las 3 especies de insectos que se reconocieron como agentes polinizadores en palma africana debido que se encontraron tanto en inflorescencia masculina como femenina, fue *Mystrops costaricensis* la especie que se presentó en menor medida. Los datos se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Cantidad de insectos promedio de *Mystrops costaricensis* presentes durante los meses de Mayo a Noviembre en la sección basal, media y apical en inflorescencia masculina en palma africana.

Meses	<i>Mystrops costaricensis</i> (insectos/inflorescencia/mes)		
	Basal	Media	Apical
Mayo	0.0	0.0	0.0
Junio	0.0	0.0	0.0
Julio	0.0	0.0	0.0
Agosto	0.0	0.0	0.0
Septiembre	1.0	3.5	1.2
Octubre	15.58	22.50	10.00
Noviembre	18.33	20.67	25.25

Esta especie comenzó a observarse en el mes de Septiembre con la presencia de unos cuantos individuos en la zona basal, media y apical, es importante mencionar que al igual que las dos especies anteriores fue el mes de octubre que presentó mayor cantidad de insectos en la zona media, no así en la zona basal y apical donde noviembre presentó la mayor cantidad de individuos reportados.

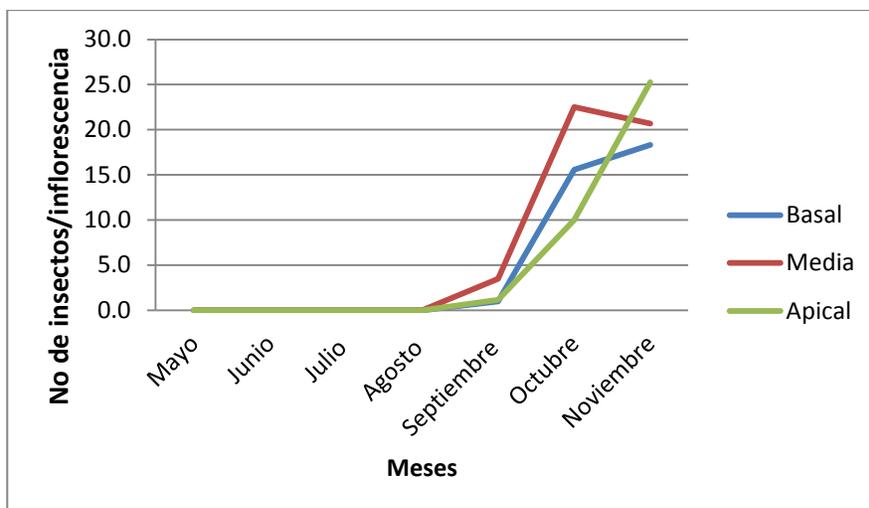


Figura 15. Comportamiento del número de insectos presente de la especie *Mystrops costaricensis* en inflorescencia masculina en los meses de Mayo a Noviembre en el cultivo de palma africana.

Aunque la zona media fue la que presentó mayor cantidad de insectos comparado con la zona apical y basal en los meses de septiembre y Octubre, fue el mes de Noviembre donde la zona apical reportó mayor cantidad de insectos por inflorescencia masculina.

A continuación se presenta los insectos polinizadores capturados en la inflorescencia femenina:

Cuadro 10. Cantidad de insectos promedio de *Mistrops costarricense* durante los meses de Mayo a Noviembre en inflorescencia femenina en palma africana.

Meses	Femenina
Mayo	0.00
Junio	0.00
Julio	0.00
Agosto	0.00
Septiembre	6.00
Octubre	6.67
Noviembre	5.30

Se puede observar que se capturaron 17.97 insectos en dicha inflorescencia durante los meses antes mencionados, siendo así la especie con menor número de capturas, observándose que únicamente se capturaron en los meses de Septiembre a Noviembre.

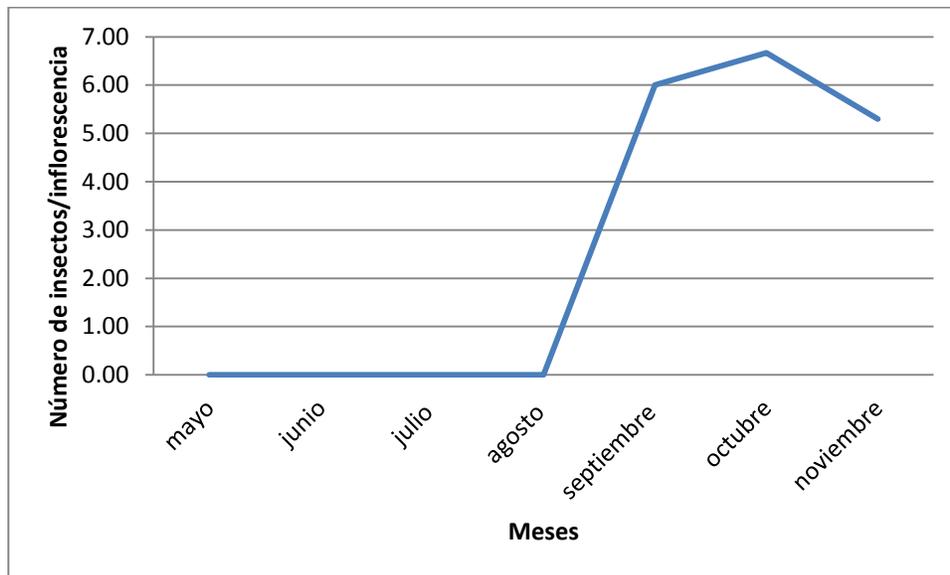


Figura 16. Presencia de insectos *mystrops costaricensis* en inflorescencia femenina durante los meses de Mayo a Noviembre.

6.4 Modelo de regresión de las variables climáticas temperatura y precipitación pluvial vs Número de individuos por inflorescencia masculina y femenina.

Se realizó un modelo de regresión de pearson y se determinó el coeficiente de correlación de las variables temperatura y precipitación de los meses de Mayo a Noviembre (ver anexo 7) vs la cantidad de insectos polinizadores colectados por especie en la inflorescencia masculina y femenina en el cultivo de palma africana. Los datos se muestran a continuación:

Cuadro 11. Variables analizadas para determinar modelo de regresión y correlación de Pearson en el cultivo de palma africana.

Meses	T° Σ (°C)	pp ∞ (mm)	Inflorescencia					
			<i>Elaeidobius kamerunicus</i>		<i>Elaeidobius Subvittatus</i>		<i>Mystrops Costaricensis</i>	
			Masculina	Femenina	Masculina	Femenina	Masculina	Femenina
Mayo	28.22	116.2	186.92	16.67	25.8	3.33	0.00	0.00
Junio	27.61	228.3	178.00	22.33	31.6	4.42	0.00	0.00
Julio	28.87	90.1	140.92	23.75	34.2	10.33	0.00	0.00
Agosto	28.83	226.2	284.00	41.42	116.3	22.83	0.00	0.00
Septiembre	28.66	197.5	301.50	46.58	121.3	51.00	5.67	6.00
Octubre	28.69	402.5	418.08	52.25	189.0	39.75	48.08	6.67
Noviembre	27.43	0	439.67	42.00	168.8	34.00	64.25	5.3

Σ = Temperatura.

∞ = Precipitación pluvial.

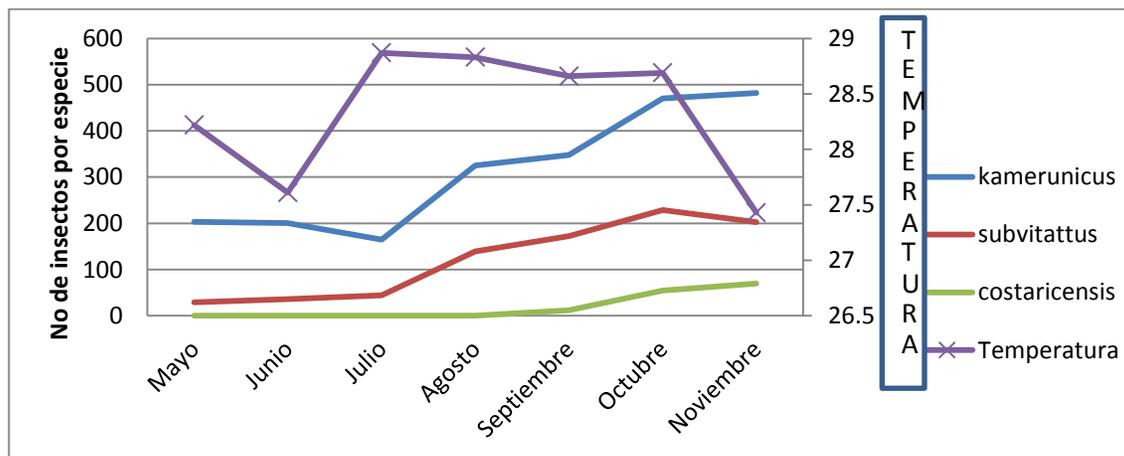


Figura 17. Comportamiento de los insectos polinizadores colectados por especie en inflorescencia masculina y femenina con relación a la temperatura.

6.4.1 Relación temperatura y precipitación pluvial vs insectos capturados en inflorescencia masculina.

Se determinó la cantidad de individuos colectados en la masculina al mes y se comparó con la variable temperatura y precipitación pluvial, los resultados se presentan a continuación:

Cuadro 12. Coeficiente de correlación y modelo de regresión de las especies encontradas en la inflorescencia masculina para las variables temperatura y precipitación pluvial.

Especies	Inflorescencia masculina			
	Temperatura		Precipitación pluvial	
	Correlación	Modelo de regresión	Correlación	Modelo de regresión
<i>Elaeidobius kamerunicus</i>	0.1816	$y = 1298 - 35.99x$	0.18	$y = 249.2 + 0.1625x$
<i>Elaeidobius subvittatus</i>	0.031	$y = 2 + 3.38x$	0.30	$y = 69.18 + 0.1608x$
<i>Mystrops costaricensis</i>	0.39	$y = 534.9 - 18.8x$	0.032	$y = 18.28 - 0.00790x$

No existió una relación dependiente para las variables temperatura y precipitación pluvial de las especies *Elaeidobius kamerunicus*, *Elaeidobius subvittatus* y *Mystrops costaricensis*, debido a que los coeficientes de correlación de Pearson mostraron una débil relación de dependencia entre el número de insectos capturados en la inflorescencia masculina vs las variables temperatura y precipitación pluvial, por lo tanto y de acuerdo a los datos obtenidos, durante los 7 meses donde se colectaron datos, estos no mostraron una relación directa de dependencia, aunque habría que hacer un análisis más profundo tomando más datos e incluir más años en dicha investigación.

6.4.2 Relación Temperatura y precipitación pluvial vs insectos capturados en inflorescencia femenina.

También se realizó un análisis de correlación de Pearson y regresión lineal para determinar la relación de dependencia de las variables temperatura y precipitación pluvial y el número de insectos capturados en la inflorescencia femenina (ver anexo 7). Los datos se detallan a continuación:

Cuadro 13. Coeficiente de correlación y modelo de regresión de las especies encontradas en la inflorescencia femenina para las variables temperatura y precipitación pluvial.

Especies	Inflorescencia femenina			
	Temperatura		Precipitación pluvial	
	Correlación	Modelo de regresión	Correlación	Modelo de regresión
<i>Elaeidobius kamerunicus</i>	0.059	$y = -125.7 + 5.67x$	0.18	$y = -2419 + 91.73x$
<i>Elaeidobius subvittatus</i>	0.045	$y = -164.9 + 6.65x$	0.045	$y = 16.88 + 0.03769x$
<i>Mystrops costaricensis</i>	0.001	$y = 7.58 - 0.177x$	0.065	$y = 1.414 + 0.00640x$

Al igual que sucedió con la inflorescencia masculina, tampoco en la inflorescencia femenina las variables climáticas temperatura y precipitación pluvial mostraron relación de dependencia hacia la cantidad de insectos capturados entre los meses de Mayo a Noviembre en el cultivo de Palma Africana.

De acuerdo a Prada *et al.*, (1998), en ambientes donde la poca lluvia y las altas temperaturas son características de ciertas épocas del año, se registra menor cantidad de insectos polinizadores, debido a la poca disponibilidad de inflorescencia presente, sin embargo cuando comienza la época de lluvia, a disponibilidad floral aumenta, por lo tanto existe alimento para garantizar la reproducción de las especies.

6.4.3 Análisis de regresión y correlación de la cantidad de insectos capturados en inflorescencia masculina e inflorescencia femenina.

Se determinó el modelo de regresión y el coeficiente de correlación de Pearson de la cantidad de insectos capturados en la inflorescencia masculina y femenina, los datos se muestran en la siguiente figura:

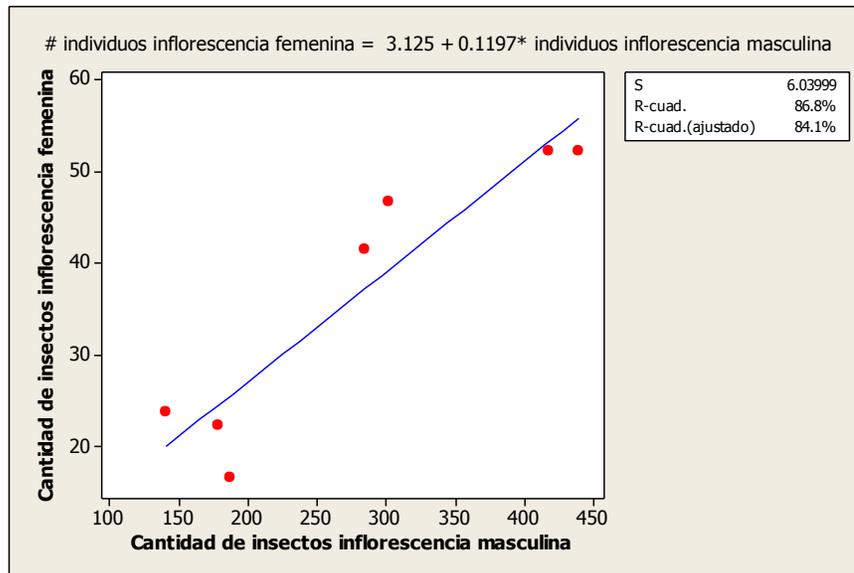


Figura 18. Análisis de regresión y coeficiente de correlación de la cantidad de insectos capturados en la inflorescencia masculina y femenina de *Elaeidobius kamerunicus*.

El coeficiente de correlación fue $r = 0.931$ por lo tanto si existe una alta relación de dependencia entre los insectos que frecuentan la inflorescencia masculina y femenina de *Elaeidobius kamerunicus*, y el modelo de regresión obtenido fue: Número de insectos de inflorescencia femenina = $3.125 + 0.1197 * \text{Número de insectos de inflorescencia masculina}$, además se determinó que el nivel $p < 0.0001$ por lo tanto si existió significancia estadística en el modelo descrito.

Se determinó el modelo de regresión y coeficiente de correlación de la cantidad de insectos capturados *Elaeidobius subvittatus* en la inflorescencia masculina y femenina en el cultivo de Palma Africana, los datos se detallan a continuación:

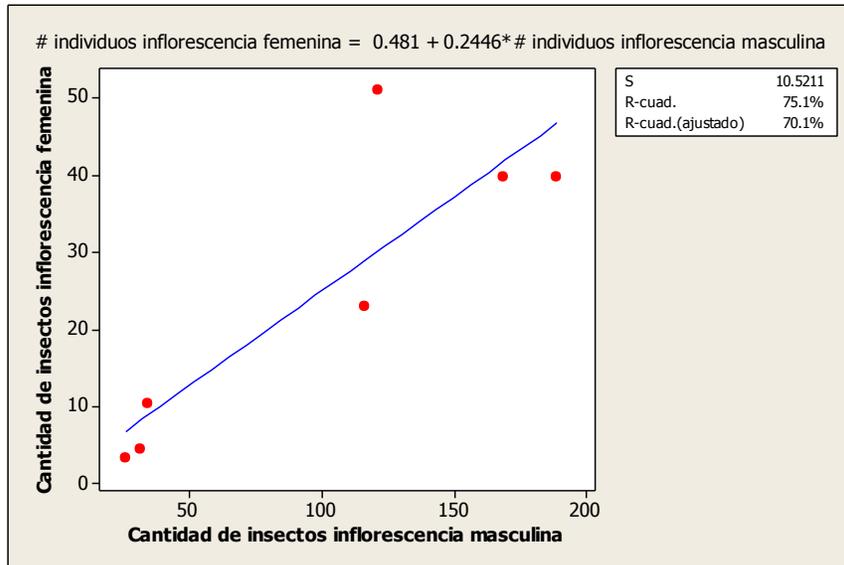


Figura 19. Análisis de regresión y coeficiente de correlación de la cantidad de insectos capturados en la inflorescencia masculina y femenina de *Elaeidobius subvittatus*.

Se determinó que el coeficiente de correlación de Pearson fue de 0.867 y su nivel de significancia $p < 0.0001$, por lo tanto si existe una alta relación de dependencia entre los insectos colectados en la inflorescencia masculina y luego la inflorescencia femenina, por lo tanto la especie *Elaeidobius subvittatus* si es un agente polinizador en la palma africana, el modelo de regresión es el siguiente: Número de insectos de inflorescencia femenina = $0.481 + 0.2446 * \text{Número de insectos de inflorescencia masculina}$.

Al igual que las dos especies anteriores también se determinó el análisis de correlación y el modelo de regresión lineal para la especie *Mystrops costaricensis*

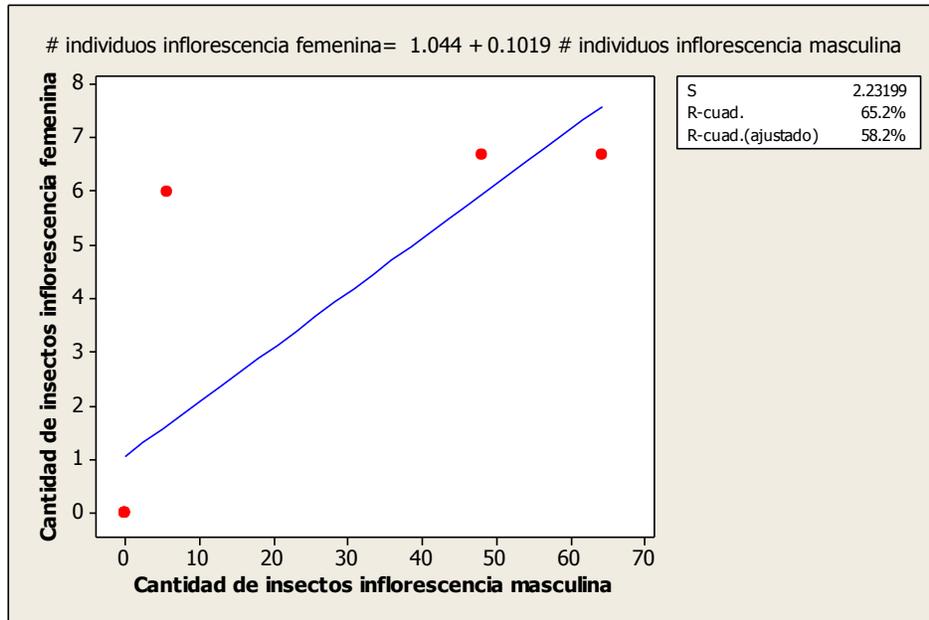


Figura 20. Análisis de regresión y coeficiente de correlación de la cantidad de insectos capturados en la inflorescencia masculina y femenina de *Mystrops costaricensis*.

Se determinó que el análisis de correlación obtuvo un coeficiente $r=0.807$ por lo tanto si existe una relación de dependencia entre los insectos capturados en la inflorescencia masculina e inflorescencia femenina, por lo tanto ambas variables están correlacionadas y pueden observarse en ambas inflorescencias, el modelo de regresión es el siguiente: Número de insectos de inflorescencia femenina= $1.044+0.1019$ *Número de insectos de inflorescencia masculina, además se determinó que el nivel $p<0.0001$ por lo tanto si existió significancia estadística en el modelo descrito.

En resumen se pudo determinar que las tres especies encontradas en la inflorescencia masculina y femenina presentan alta relación de dependencia, por lo tanto estas se encuentran en ambas inflorescencias y se puede determinar que son agentes polinizadores.

6.4.4 Relación entre producción (toneladas métricas/lote) y número de insectos capturados.

Se realizó un análisis de correlación y regresión lineal para determinar la relación existe entre la producción y el número de insectos capturados en la inflorescencia femenina, los datos analizados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 14. Comparación del número de insectos comparados con la producción obtenida en la investigación.

Meses	<i>Elaeidobius kamerunicus</i>	<i>Elaeidobius subvittatus</i>	<i>Mystrops costaricensis</i>	Meses	Producción (TM)
Mayo	16.67	3.33	0	Septiembre	34.6
Junio	22.33	4.42	0	Octubre	33.5
Julio	23.75	10.33	0	Noviembre	36.5
Agosto	41.42	22.83	0	Diciembre	38.33
Septiembre	46.58	51	6	Enero	44.1
Octubre	52.25	39.75	6.67	Febrero	37.66
Noviembre	42.00	34.00	5.3	Marzo	39.99

De acuerdo al análisis de correlación esta fue de 0.928 lo que indica que existe una alta relación de dependencia entre el número de insectos colectados de *Elaeidobius kamerunicus* con la producción total, el modelo de regresión obtenido se presenta a continuación:

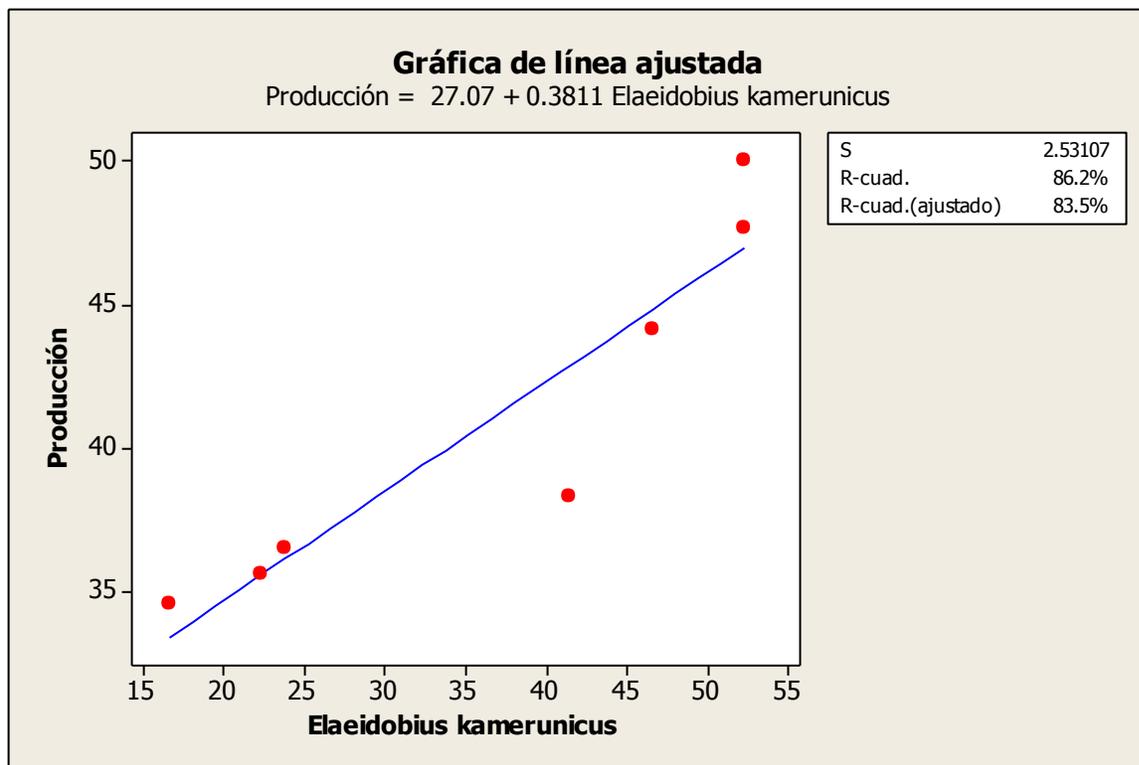


Figura 21. Análisis de regresión lineal entre número de insectos capturados de *Elaeidobius kamerunicus* y Producción (toneladas métricas).

También se realizó el análisis de correlación con el número de insectos colectados en la inflorescencia femenina de *Elaeidobius subvittatus* y la producción obtenida en el área de investigación obteniendo un coeficiente de 0.881 lo que indica que existe alta relación de dependencia entre ambas variables, por lo tanto la producción está condicionada con el número de insectos colectados. además se determinó que el nivel $p=0.00$ por lo tanto si existió significancia estadística en el modelo descrito. La gráfica de regresión lineal se muestra a continuación:

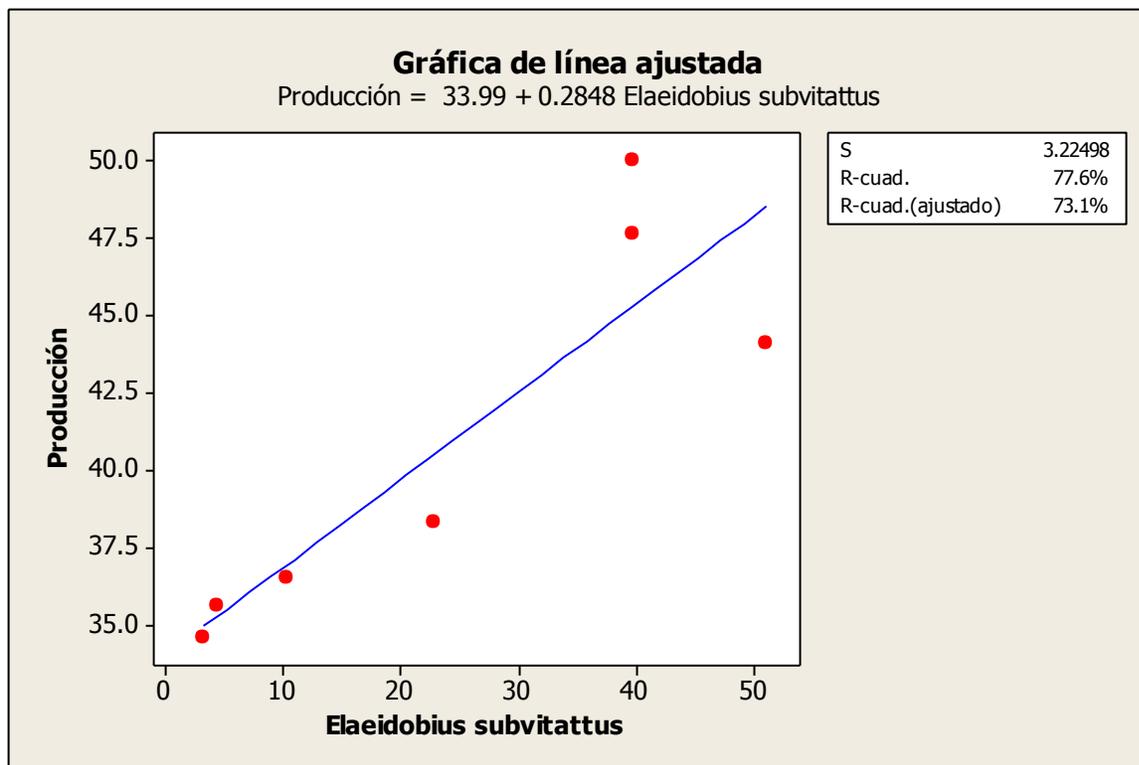


Figura 22. Análisis de regresión lineal entre número de insectos capturados de *Elaeidobius subvittatus* y Producción (toneladas métricas).

Por último se determinó la relación existente entre el número de insectos colectados de *Mystrops costaricensis* y la producción, obteniendo una correlación de 0.959 por lo tanto si depende la producción del número de insectos colectados. El modelo de regresión para esta correlación se presenta a continuación:

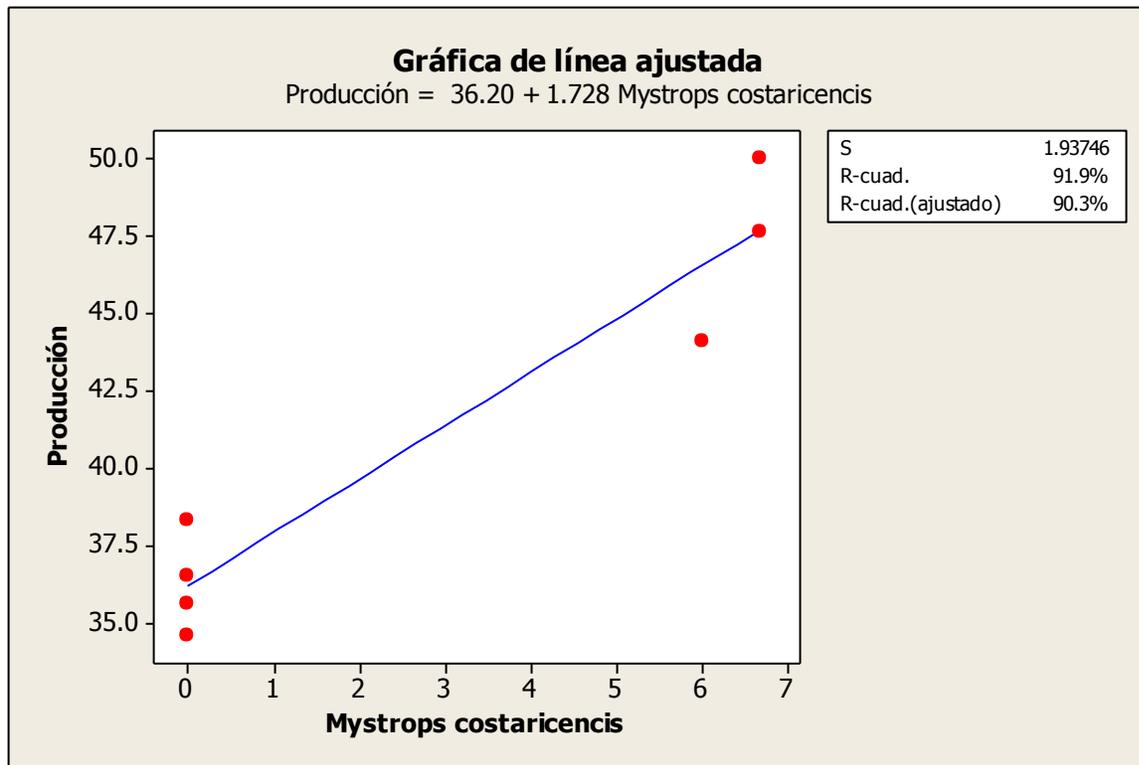


Figura 23. Análisis de regresión lineal entre número de insectos capturados de *Mystrops costaricensis* y Producción (toneladas métricas).

además se determinó que el nivel $p < 0.0001$ por lo tanto si existió significancia estadística en el modelo descrito.

VII. CONCLUSIONES

- Los géneros encontrados en la inflorescencia masculina y femenina fueron: *Elaeidobius* y *Mystrops*, mientras que las especies fueron: *Elaeidobius kamerunicus*, *Elaeidobius subvittatus* y *Mystrops costaricensis*.
- La cantidad de insectos polinizadores promedio por especie en inflorescencia masculina fueron 92.8 *Elaeidobius kamerunicus*/mes, mientras que se colectaron 32.7 *Elaeidobius subvittatus*/mes y 13.1 *Mystrops costaricensis*/mes.
- Los insectos polinizadores en promedio de inflorescencia femenina fueron 35 *Elaeidobius kamerunicus*/mes, 23.6 *Elaeidobius subvittatus*/mes y 2.6 *Mystrops costaricensis*/mes.
- Los resultados obtenidos en los muestreos realizados tanto en inflorescencia femenina como masculina determinó una correlación en la fluctuación poblacional de las 3 especies descritas anteriormente.
- La producción promedio fue de 37.81 TM/ha la cual presentó correlación con respecto a la población de insectos colectados durante la investigación, por lo tanto la cantidad de insectos de las 3 especies presentes en el campo si influye en la producción
- Se determinó que no existió correlación entre el número de insectos presentes por especie en inflorescencia masculina y femenina vs las variables climáticas temperatura y precipitación pluvial.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un análisis de la fluctuación de insectos polinizadores de las especies descritas en esta investigación durante un año o un ciclo del cultivo y no únicamente en la época lluviosa.
- Se recomienda evaluar la liberación de insectos polinizadores en diferentes lotes con relación a la producción por unidad de área.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Alpizar, G. (1988). Polinización de la palma aceitera. Primer curso sobre el cultivo de la palma aceitera. INAGRO-Foncopal-ASD Costa Rica, S.A., San Felipe, Yaracuy. Venezuela. p 1-4.
- Barrientos, M(2008) Interacción de los polinizadores con la estructura y funcionamiento del paisaje, con chelemha Alta Verapaz. Fodecyt Guatemala 103 pp.
- Chinchilla, C. D. y Richardson, G. (1990). Polinización en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Centroamérica. Turrialba. 40(4): 452-460.
- Chee, k.; Chiu, S.; 1999; "The oil palm Weevil, *Elaeidobius kamerunicus* in Malaysia – A review"; The planter 75; Kuala Lumpur, Malaysia. P187-198.
- Damas, D. (2001) Estudio de la polinización en la palma aceitera. Primer curso Internacional sobre el manejo agronómico de la palma aceitera. MTC, INIA, Asociación Maracaibo, 15,16 y 17 de Mayo de 2001.
- Dhileepan, K. (1992). Polinización en palma aceitera por *Elaeidobius kamerunicus*; Publicación Oleaginosas, CIRAD no 47; Paris, Francia. P 55-61.
- Genty, P., A. Garzón, F. y Lucchini, G. (1986). Polinización entomófila de la palma africana en América tropical. Oleagineaux. 41(3):101-112.
- Hartley C, W.S. (1986). La palma Africana en el Ecuador; Oíl Palm News. P5-9
- Holdridge, L. (1982). Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p. (Libros y materiales educativos no. 34).

Hussein, M.; Rahman, W.; 1991; "Life tables for *Elaeidobius kamerunicus* in oil palm"; The planter, 67 (778). P3-8.

Jago, R.B. (1934). Experimentos y observaciones en polinización de palma africana. Malaysia. Agricultura. P598.

Law, I.; Corley, R.; 1982; "Insect pollination of oil palm: introduction, establishment and pollinating efficiency of *Elaeidobius kamerunicus* in Malaysia"; The planter 58; Kuala Lumpur, Malaysia. P547-561.

Liau, S.; 1984; "Predators of the pollinating weevil *Elaeidobius kamerunicus* in Malaysian oil palm estates; Palm oil research institute of Malaysia; Kuala Lumpur, Malaysia. P41-49.

Maldonado C, S. A. (1999). Evaluación de dos alternativas de manejo y tres productos químicos para el control del complejo: picudo, Erwinia y hongos asociados a la muerte de cormos de banano (*Musa sapientum*) en vivero. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 65 p.

Molina D. Díaz, A. y Barrios, R. (1999). "Introducción del Gorgojo Polinizador Sobre Cultivos de Palma Aceitera". Boletín divulgativo FONAIAP; Maracaibo, Venezuela. P 63.

Ortiz R. y Fernández, O. (1994). El cultivo de la Palma aceitera; Edit. Universidad Estatal a Distancia; San José, Costa Rica. P15-24.

Peck, S. B. y A. E. Davies. (1980). Collecting small beetles with large-area "window" traps. The Coleopterists Bulletin, 34:237-239.

- Prada M., D. Molina, D. Villarroel, R. Barrios, y A. Díaz. (1998). Efectividad de dos especies del género *Elaeidobius* (Coleóptera: Curculionidae) como polinizadores en palma aceitera. Bioagro 10(1):3-10.
- Pinzón A, L, (1995). Aspectos generales sobre la biología y manejo de Palma Aceitera, Asopalma CORPOICA, Colombia,
- Pushparajah, E.; Chew, P.; 1981; "The oil palm in agricultura in the eighties"; Palm oil research Institute of Malaysia and The incorporated society of planters; Kuala Lumpur, Malaysia. P275.
- Ruiz R. (2000). Efecto de las condiciones climáticas en la viabilidad del polen y en la composición del racimo. Boletín divulgativo Ceniavances -Cenipalma. No. 71. p. 1-3.
- Sánchez, S. y Ortiz, C.; (1998). Polinización de Palma aceitera, Tabasco, México; Nota técnica; ASD Oíl palm papers; San José, Costa Rica. P 25-28.
- Sheaffer, A. y Mendenhall, O. (1986). Elementos de muestreo. Grupo Editorial Iberoamérica. México. p. 39-45.
- Simmons, C; Tarano, J M y Pinto, J H. (1959). Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado-Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. p. 457-459.
- Syed, R. (1978). Estudio de la polinización de palma africana en el Malasia. Biological Control. CAB. Slough. Reino Unido. 38 p.
- Torres, M; Paz, K; Salazar, F. (2002). Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. (en línea) Universidad Radael Landivar, facultad de Ingeniería. Disponible en: http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_02_BAS02.pdf
- Turner, P. y R. Gilbanks (1974). Manejo y cultivo de palma aceitera. Kuala Lumpur p. 247-276.
- Vallejo, 1981. Botánica. La Palma Africana de Aceite. TOA, Bogotá. p. 16-28.

X. ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de trampa de intersección de vuelo (tomada de Peck y Davis, 1980)

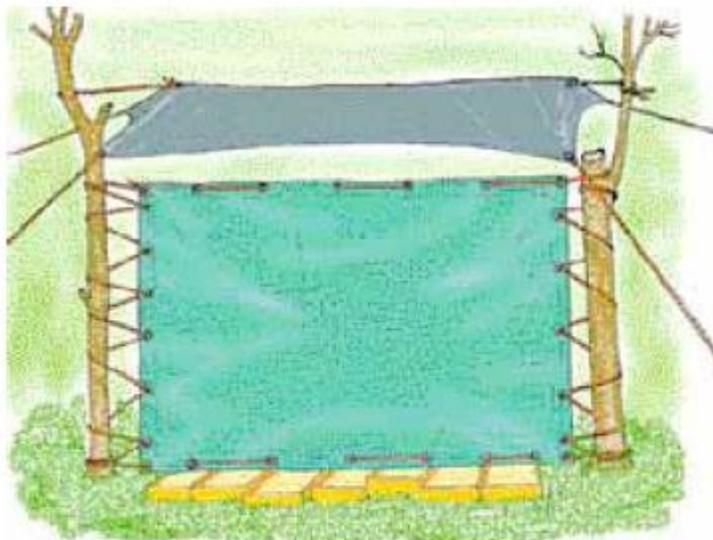


Diagrama de instalación de trampa de intersección.

Anexo 2. Trampa de intersección de vuelo colocada (tomada de Peck y Davis, 1980)



Trampa de intersección instalada.

Anexo 3. Estación Meteorológica de Finca Campo Verde.



Anexo 4. Identificación del Género; *Elaedobius*

Especie; *Elaeidobius kamerunicus* Faust.

 Gobierno de Guatemala Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación	 PACTO	Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones DIRECCION DE SANIDAD VEGETAL DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO KM 22 CARRETERA AL PACIFICO, BARCENA VILLA NUEVA, GUATEMALA Teléfono: 6644-0599 EXTENSIONES: 209 - 217
--	--	---

INFORME DE RESULTADOS

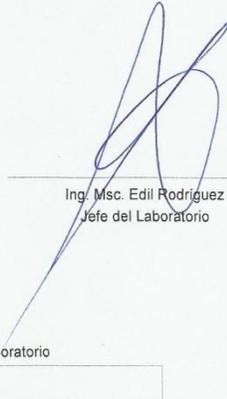
No Muestra :	LDF13-3710	No Boleta :	
Cultivo/Producto :	Coleoptera	Fecha Ingreso País:	
Tipo Recipiente/Embalaje :	En vial	Fecha Toma Muestra:	
Usuario Empresa :	Javier Bamaca Lopez	Fecha Recepción :	11/06/2013
Lugar Toma de Muestra :		Fecha Reporte :	17/06/2013
Finca :			
Procedencia Muestra :	Guatemala		
Ubicación :			
Origen :			
Inspector :	Javier Bamaca		

DETERMINACION : **RESULTADO**

Orden	Familia	Género	Especie	Masc.	Fem.	Estado
<i>Coleoptera</i>	<i>Curculionidae</i>	<i>Elaeidobius</i>	<i>Elaeidobius kamerunicus</i> Faus			

METODO UTILIZADO :
Observación al Estéreo microscopio y Microscopio.

OBSERVACIONES :


Ing. Msc. Edil Rodríguez
Jefe del Laboratorio

Sello

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
AT	



El resultado es referido unicamente a la muestra analizada.

NOTA IMPORTANTE : El usuario tiene (15) días hábiles a partir de que recibe el informe para presentar reclamos relacionados con los resultados de análisis.

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario.

Código: FTS-003-R-003

Anexo 5. Identificación del Genero *Elaeidobius*
Especie, *Elaeidobius subvittatus* Faust



Gobierno de Guatemala
Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Alimentación



Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones

DIRECCION DE SANIDAD VEGETAL
 DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO
 KM 22 CARRETERA AL PACIFICO, BARCENA VILLA NUEVA, GUATEMALA
 Teléfono: 6644-0599 EXTENSIONES: 209 - 217

INFORME DE RESULTADOS

No Muestra :	LDF13-3709	No Boleta :	
Cultivo/Producto :	Coleoptera	Fecha Ingreso País:	
Tipo Recipiente/Embalaje :	En vial	Fecha Toma Muestra:	
Usuario Empresa :	Javier Bamaca Lopez	Fecha Recepción :	11/06/2013
Lugar Toma de Muestra :		Fecha Reporte :	17/06/2013
Finca :			
Procedencia Muestra :	Guatemala		
Ubicación :			
Origen :			
Inspector :	Javier Bamaca		

DETERMINACION :	RESULTADO														
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 12.5%;">Orden</th> <th style="width: 12.5%;">Familia</th> <th style="width: 12.5%;">Género</th> <th style="width: 12.5%;">Especie</th> <th style="width: 12.5%;">Masc.</th> <th style="width: 12.5%;">Fem.</th> <th style="width: 12.5%;">Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Coleoptera</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Curculionidae</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Elaeidobius</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Elaeidobius subvittatus</i> Faust</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Familia	Género	Especie	Masc.	Fem.	Estado	<i>Coleoptera</i>	<i>Curculionidae</i>	<i>Elaeidobius</i>	<i>Elaeidobius subvittatus</i> Faust			
Orden	Familia	Género	Especie	Masc.	Fem.	Estado									
<i>Coleoptera</i>	<i>Curculionidae</i>	<i>Elaeidobius</i>	<i>Elaeidobius subvittatus</i> Faust												

METODO UTILIZADO :
Observación al Estéreooscopio y Microscopio.

OBSERVACIONES :

Analista/Supervisor

AT



Código Laboratorio



Ing. Msc. Edil Rodríguez
Jefe del Laboratorio

El resultado es referido unicamente a la muestra analizada.

NOTA IMPORTANTE : El usuario tiene (15) días hábiles a partir de que recibe el informe para presentar reclamos relacionados con los resultados de análisis.

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario.

Código: FTS-003-R-003

**Anexo 6. Identificación del Género, *Mystrrops*
Especie, *Mystrrops costaricensis* Gillogly.**



Gobierno de Guatemala
Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Fomento



Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones

DIRECCION DE SANIDAD VEGETAL
DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO
KM 22 CARRETERA AL PACIFICO, BARCENA VILLA NUEVA, GUATEMALA
Teléfono: 6644-0599 EXTENSIONES: 209 - 217

INFORME DE RESULTADOS

No Muestra : LDF13-3711

Cultivo/Producto : Coleoptera

Tipo Recipiente/Embalaje : En vial

Usuario Empresa : Javier Bamaca Lopez

Lugar Toma de Muestra :

Finca :

Procedencia Muestra : Guatemala

Ubicación :

Origen :

Inspector : Javier Bamaca

No Boleta :

Fecha Ingreso País:

Fecha Toma Muestra:

Fecha Recepción : 11/06/2013

Fecha Reporte : 17/06/2013

DETERMINACION :

RESULTADO

Orden	Familia	Género	Especie	Masc.	Fem.	Estado
<i>Coleoptera</i>	<i>Nitidulidae</i>	<i>Mystrrops</i>	<i>Mystrrops costaricensis</i> Gillogly			

METODO UTILIZADO :
Observación al Estereomicroscopio y Microscopio.

OBSERVACIONES :



Ing. Msc. Edil Rodríguez
Jefe del Laboratorio

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
AT	

El resultado es referido unicamente a la muestra analizada.

NOTA IMPORTANTE : El usuario tiene (15) días hábiles a partir de que recibe el informe para presentar reclamos relacionados con los resultados de análisis.

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario.

Código: FTS-003-R-003

Anexo 7. Datos colectados de temperatura y precipitación pluvial.

Meses	SEMANA	Temp. Min.	Temp Max.	LLUVIA (mm)
Enero	1	19.93	31.29	0
	2	20.07	31.43	0
	3	19	31.79	0
	4	19.79	31.14	0
Febrero	5	20.43	30.86	0
	6	21.14	31.86	6.2
	7	21.14	31.79	0
	8	20.86	31.57	0
Marzo	9	19.79	31.93	0
	10	20.43	32.29	0
	11	21.29	32.14	0
	12	22	30.71	0
Abril	13	21.5	32.07	0
	14	22.14	32.14	0
	15	22.36	32.14	4
	16	22.93	32.57	13.8
Mayo	17	22.14	32.93	0
	18	22.79	33.43	1.8
	19	24.14	34.07	4.9
	20	23.37	33.57	61
	21	23.71	32.64	48.5
	22	22.71	33.21	0
Junio	23	23.43	33.43	2.2
	24	20.14	33.36	10.5
	25	23.14	31.79	166.7
	26	22.64	33	48.9
Julio	27	21.86	34.21	16.5
	28	22.5	34.71	62.3
	29	22.93	35.79	5
	30	23.36	35.64	6.3
Agosto	31	23.14	35.71	42.7
	32	23.53	33.21	105.9
	33	23	33.86	23.3
	34	23	34.79	38

Septiembre				16.3
	35	22.86	35.21	
	36	22.57	35.14	16
	37	22.64	34.43	104.5
	38	22.36	34.5	74.8
Octubre	39	22.5	35.21	2.2
	40	22.43	34.64	163.1
	41	23.29	34.5	44.2
	42	22.93	34.93	26.8
	43	22.5	34.64	143
Noviembre	44	22.21	34.86	25.4
	45	21.86	35.57	0
	46	21.29	33.5	0
	47	19.71	33.21	0
Diciembre	48	21.07	33.29	0
	49	20.79	33.21	0
	50	18.86	33.71	0
	51	19.71	32.93	0
	52			
	53			
		TOTAL LLUVIA		1284.8