

**UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE  
LA AMAZONÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES**

**DEPARTAMENTO ACADEMICO AGROFORESTAL ACUÍCOLA**



**IDENTIFICACIÓN Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE INSECTOS  
POLINIZADORES EN PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis*  
Jacquin) EN EL DISTRITO DE CAMPO VERDE, REGIÓN UCAYALI  
– 2014**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROFORESTAL- ACUÍCOLA**

**PRESENTADO POR:**

**MESIAS SMITH ARUSTEGUI GARCIA**

**YARINACOCHA, PERÚ**

**2015**

**DEDICATORIA**

*! Como te amo, oh Señor, fuerza mía!  
El Señor es mi roca, mi fortaleza y mi libertador. ! Oh mi Dios!! Roca en que me  
refugio, mi escudo, mi fuerza y mi salvación!*

**Salmo 37:4-9**

*Este trabajo lo dedico a las personas que más amo en la vida:*

*A mi madre, Lorgia García Hidalgo, ejemplo de tesón, humildad, entrega y jovialidad. Ella reúne esas cuatro cualidades que requiere un investigador para no incurrir en el orgullo fatuo y fútil.*

*A mis padres Freddy Tenorio y Antonio Arústegui, porque ejemplifican en la adversidad.*

*A mis hermanos, Lizeth Arústegui, Anthony Arústegui y Fred Tenorio, porque son de apoyo genuino en tiempo de angustia.*

*“Pon tu alegría en el Señor, El hará lo que desea tu corazón.  
Pon tu porvenir en manos del Señor, confía en él y déjalo actuar.  
Sacará a la luz tus méritos, y tus derechos se impondrán como el medio día”.*

**Salmo 18: 2-3**

**AGRADECIMIENTOS**

Mi sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

A la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia por brindarme la oportunidad de realizarme como profesional en especial a los docentes de la Facultad de Ingeniería Agroforestal Acuícola por haber contribuido con mi formación profesional.

Al Programa Nacional de innovación para la Competitividad y Productividad – Innóvate Perú, quienes financiaron toda la ejecución hasta la publicación del artículo científico.

A la empresa Privada PALMAGRO S.A.C, en especial a toda la gente linda que trabajó con ahínco, durante nueve meses en que compartimos muchos conocimientos.

A los Ing. Harvey Pacífico Pinedo Arévalo, Víctor Manuel Sandi Flores y Rubén Casas Reátegui, por su paciencia, orientación y consejos en la ejecución del presente trabajo.

A los Ing. Nadia Masaya Panduro, Ena Velazco, Pablo Villegas y Jessy Vargas, por el apoyo en la revisión del presente escrito.

A Fred Tenorio, Leopoldo Sánchez, Bladimir Guerra y al Ing. Henry Mamani Chanini por el apoyo brindado en el proceso de identificación de los insectos polinizadores.

A mis hermanos en Cristo, Marcial Picón Chamorro y Llinia Sail Freitas por sus sabios consejos que en momentos difíciles de la vida me animaron para culminar esta investigación.

## **INDICE GENERAL**

### **CONTENIDO**

Pág

.

DEDICATORIA.....	ii
.	
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE	
GENERAL.....	iv
LISTA DE	
CUADROS.....	vi
LISTA DE	
FIGURAS.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
...	
RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	3
<b>CAPITULO</b>	<b>5</b>
<b>I.....</b>	<b>5</b>
<b>I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>4</b>
1.1. Descripción de la situación	
problemática.....	4
1.2. Formulación del	
problema.....	6
1.3. Problema general.....	6
1.4. Problemas específicos.....	6
1.5. Objetivos de la investigación.....	6
1.6. Objetivos	
específicos.....	6
1.7. Justificación del	
estudio.....	7
1.8. Limitaciones de la investigación.....	8
<b>CAPITULO</b>	<b>9</b>
<b>II.....</b>	<b>9</b>
2.1. Antecedentes del	
problema.....	9
2.2. Bases	
	15

teóricas.....	
2.2.1. El cultivo de Palma africana.....	15
2.2.2. Descripción morfológica.....	17
2.2.3. Fenología reproductiva.....	20
2.2.4. Polinización.....	25
2.2.5. Agentes polinizadores.....	26
2.2.6. Polinización entomófila de <i>Elaeidobius kamerunicus</i> .....	29
2.2.7. Presión polinizadora.....	34
2.2.8. Inflorescencias masculinas y los insectos polinizadores.....	36
2.2.9. Inflorescencias femeninas y los insectos polinizadores.....	38
2.2.10. Importancia del olor de las flores en la atracción de los polinizadores	39
2.3. Definición de términos básicos.....	40
2.4. Hipótesis.....	41
2.5. Variables.....	41
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>42</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>42</b>
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	42
3.1.1. Tipo de investigación.....	42

3.1.2. Nivel de investigación.....	42
3.2. Método de la investigación.....	42
3.2.1. Ubicación del estudio.....	42
3.2.2. Selección de subparcelas.....	44
3.2.3. Ensayos preliminares.....	45
3.2.3. Ejecución del estudio.....	47
3.3. Diseño de la investigación.....	55
3.4. Población y muestra.....	55
4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	56
<b>CAPITULO IV</b> .....	<b>57</b>
4. Resultados y discusión.....	57
5. Conclusión.....	70
.	
6. Recomendación.....	70
...	
7. Bibliografía.....	71
.	

## LISTA DE CUADROS

Pág.

**En el texto.**

<b>Cuadro 01:</b> Distribución de polinizadores directos e indirectos.....	57
<b>Cuadro 02:</b> Características resaltantes de los principales polinizadores.....	59
<b>Cuadro 03:</b> Mínimos y máximos de los curculionidos en una IMA.....	60
<b>Cuadro 04:</b> Mínimos y máximos de curculionidos en una IFA.....	60
<b>Cuadro 05:</b> Distribución mensual de los curculionidos.....	61

**En el anexo.**

<b>Cuadro 06:</b> Requerimientos de fertilizantes para el sector 2007.....	83
<b>Cuadro 07:</b> Base de datos mensuales para el análisis estadístico en IMA....	84
<b>Cuadro 08:</b> Base de datos mensuales para el análisis estadístico en IFA.....	85

<b>Cuadro 09:</b> Coeficientes de correlación de Pearson en IMA.....	86
<b>Cuadro 10:</b> Coeficientes de correlación de Pearson en IFA.....	86
<b>Cuadro 11:</b> Base de datos para el cálculo poblacional en IMA.....	87
<b>Cuadro 12:</b> Matriz de levantamiento de datos fenológicos para IMA e IFA...	89
<b>Cuadro 13:</b> Formato para el registro de polinizadores de las IFA.....	90
<b>Cuadro 14:</b> Formato para el registro de polinizadores de las IMA.....	91
<b>Cuadro 15:</b> Formato para el registro de la precipitación pluvial.....	92
<b>Cuadro 16:</b> Formato para el registro de temperatura.....	93

## LISTA DE FIGURAS

Pág.

### En el texto.

<b>Figura 01:</b> Fase de crecimiento rápido en las inflorescencias.....	20
<b>Figura 02:</b> Inflorescencia masculina en preantesis.....	21
<b>Figura 03:</b> Inflorescencia masculina en antesis.....	22



<b>Figura 04:</b>	Inflorescencias femeninas en preantesis.....	23
<b>Figura 05:</b>	Inflorescencias femeninas en antesis.....	24
<b>Figura 06:</b>	Especie <i>E. kamerunicus</i> y <i>E. subvittatus</i> .....	28
<b>Figura 07:</b>	Especie <i>Mystrops costaricensis</i> y <i>Microporum congolenses</i> .....	29
<b>Figura 08:</b>	Detalles morfológicos de <i>E. kamerunicus</i> y <i>E. subvittatus</i> .....	34
<b>Figura 09:</b>	Fundamento del muestreo de polinizadores directos.....	46
<b>Figura 10:</b>	Diseño del estudio.....	55
<b>Figura 11:</b>	Fluctuación de <i>E. kamerunicus</i> y <i>E. subvittatus</i> en las IMA.....	62
<b>Figura 12:</b>	Fluctuación de los curculionidos de las IMA con la precipitación..	63
<b>Figura 13:</b>	Fluctuación de los curculionidos de las IMA con la temperatura..	64
<b>Figura 14:</b>	Fluctuación de <i>E. kamerunicus</i> y <i>E. subvittatus</i> en las IFA.....	65
<b>Figura 15:</b>	Fluctuación de los curculionidos de las IFA con la precipitación...	66
<b>Figura 16:</b>	Fluctuación de los curculionidos de las IFA con la temperatura...	68

**En el anexo.**

<b>Figura 17:</b> Identificación de <i>Elaeidobius kamerunicus</i> .....	79
<b>Figura 18:</b> Identificación de <i>Elaeidobius subvittatus</i> .....	79
<b>Figura 19:</b> Dispersión de puntos entre las variables de las IMA.....	80
<b>Figura 20:</b> Dispersión de puntos entre las variables de las IFA.....	80
<b>Figura 21:</b> Precipitación histórica mensual.....	81
<b>Figura 22:</b> Precipitación y temperatura en los meses de estudio.....	81
<b>Figura 23:</b> Interacción de las IMA entre las IFA, año – 2014.....	82
<b>Figura 24:</b> Producción histórica mensual año campaña 2007.....	82
<b>Figura 25:</b> Constancia de tesis emitido por la empresa.....	94
<b>Figura 26:</b> Informe de identificación de <i>E. kamerunicus</i> y <i>E. subvittatus</i> .....	95
<b>Figura 27:</b> Estudio previos en fase de campo.....	96
<b>Figura 28:</b> Muestreo en las IFA.....	96
<b>Figura 29</b> Muestreo en las IMA .....	96
<b>Figura 30:</b> Identificación de <i>Microporum</i> sp.....	97

<b>Figura 31:</b> Cuantificación de los polinizadores.....	97
<b>Figura 32:</b> Visita de los jurados de la UNIA.....	98
<b>Figura 33:</b> Visita del asesor científico de la UNALM.....	99
<b>Figura 34:</b> Mapa de localización y ubicación de la muestra.....	100

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de la palma aceitera ha demostrado ser una alternativa real para generar ingresos y empleos permanentes, a nivel del pequeño productor, que con 5 hectáreas cultivadas, por familia, puede salir de su condición de pobreza. La palma aceitera tiene los más altos rendimientos de aceite por hectárea, se logra rendimientos de 20 - 25 t/RFF/ha/año, que al precio actual de U.S. \$ 120/RFF, permite ingresos brutos de 3 000 dólares/ha/año, tiene una rentabilidad elevada, utilidades, de hasta 1 500 dólares por hectárea/año y bajos costos de producción. El costo de instalación de una hectárea, durante 4 años, es en promedio de U.S. \$ 2 500 y produce económicamente durante 25 años. Según el Decreto Supremo N° 015-2000-AG (El Peruano, 07 de Mayo del 2000), ha sido declarado un cultivo de interés nacional para promover el desarrollo sostenible y socioeconómico de la región amazónica y en consecuencia se busca estimular su siembra por parte de entes públicos y privados.

La alta productividad de este cultivo, está dada por una obtención permanente de racimos, la cual a su vez depende de una adecuada polinización que en su mayoría es entomófila (Labarca y Narváez, 2009). El cultivo es una especie monoica, porque tiene inflorescencias masculinas y femeninas separadas en el mismo eje vegetativo (León, 1987). Durante los años 1979 y 1980 se realizó una serie de observaciones en Camerún y en Malasia, que mostraron con total certeza que los insectos juegan un papel clave en la polinización de la palma aceitera, se encontró gran número de insectos, los cuales se hallaban en las inflorescencias masculinas durante la antesis y en las femeninas durante los primeros días de receptividad, se encontró que las especies de *Elaeidobius kamerunicus*, *E. subvittatus* y *E. plagiatus*, transportaban granos de polen. Apartir de 1985, *E. kamerunicus* fue introducido en America (Colombia, Ecuador, Costa Rica y Honduras) por ser el insecto más numeroso, transportaba más granos de polen, tenía alta tasa de reproducción, buena habilidad de búsqueda y era específico de *Elaeis guineensis*; donde trajo como resultado el incremento favorable en el mejoramiento de la polinización y producción de racimos (Chinchilla y Richardson, 1990).

Antes de introducir a *E. kamerunicus*, en la mayoría de los países se reporta a dos coleópteros, uno perteneciente a la familia Nitidulidae (*Mystrops costaricensis*) y el otro a la familia Curculionidae (*Elaeidobius subvittatus*), como polinizadores poco eficientes en el cultivo de palma aceitera (Genty *et al.*, 1986).

En Perú en la zona de Uchiza Tocache, en estudios preliminares hallaron a *Elaeidobius subvittatus* como polinizador nativo, cuyas poblaciones y actividad no eran suficientes para asegurar una correcta polinización y incremento de la producción. Así obtuvieron información de otras especies de curculionidos que se utilizaban en plantaciones de palma aceitera en Colombia, es así que el 24 de noviembre de 1987 trajeron tres especies del genero *Elaeidobius* desde las plantaciones San Antonio (Colombia) a palmas del espino (Uchiza), introduciendo a pequeños curculionidos, *E. kamerunicus*, *Elaeidobius singularis* y *E. plagiatus* como polinizadores de la palma *Elaeis guineensis*. Es así que, Liceras y Marquez (1987), reportan los resultados preliminares de la introducción, crianza, liberación y hacen referencia que la especie *E. singularis* es la que mejor se ha adaptado a

la época lluviosa en la zona Sin embargo, no se tiene referencia de estudios realizados sobre el comportamiento de las especies de insectos polinizadores nativos como introducidos en las plantaciones de palma aceitera en nuestro país. En tal sentido, debido a la importancia de los insectos en la polinización de la palma aceitera y por ende en la buena conformación de los racimos, surgió la necesidad de realizar la presente investigación, que tiene como objetivos: Identificar las principales especies de insectos polinizadores, además estudiar la fluctuación poblacional de los insectos identificados, considerando como afecta el comportamiento polinizador de los insectos con respecto al número de inflorescencias masculinas y femeninas en antesis expuestas a la precipitación y temperatura en época seca.

## RESUMEN

Con el objetivo de identificar y cuantificar la fluctuación poblacional de los principales insectos polinizadores de una plantación convencional de Palma aceitera de siete años de edad ubicada en el Distrito de Campo Verde de la Región Ucayali; según la disponibilidad floral de las plantas se seccionaron espigas del tercio basal, medio y apical de las inflorescencias masculinas en antesis "IMA" y en las inflorescencias femeninas en antesis "IFA", se colocaron trampas pegantes, adicionalmente se correlacionó la precipitación pluvial y la temperatura con la fluctuación poblacional de los principales insectos identificados. Los resultados mostraron que *Elaeidobius kamerunicus* es el principal polinizador con un 91.49%, seguido de *Elaeidobius subvittatus*, con 8.05% y el resto repartido entre *Microporum* sp., *Apis* sp. y *Melipona* sp en un 0.46% respectivamente. La fluctuación poblacional de *Elaeidobius kamerunicus*, bajo las condiciones del estudio se vio influenciada por la temperatura de forma

contraria según el tipo de inflorescencia mostrando una asociación directa en las IFA e inversa en las IMA.

## **ABSTRACT**

In order to identify and quantify the population dynamics of the main pollinators of a conventional oil palm plantation seven years old located in the District of Campo Verde, Ucayali region; according to floral plant availability ears of basal third, middle and apical of male inflorescences in anthesis "IMA" and the female inflorescences in anthesis "IFA" sectioned, glue traps were placed additionally correlated rainfall and temperature with the population dynamics of major insect identified. The results showed that *Elaeidobius kamerunicus* is the main pollinator with 91.49%, followed by *Elaeidobius subvittatus*, with 8.05% and the rest divided between *Microporum* sp., *Apis* sp. *Melipona* sp and 0.46% respectively. The population fluctuation of *Elaeidobius kamerunicus* under the study conditions was influenced by the temperature in a manner contrary to the type of inflorescence showing a direct association in the IFA and reverse in the IMA.

## **CAPITULO I**

### **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción de la situación problemática**

El país, tiene alrededor de 60 mil hectáreas del cultivo de palma aceitera, de las cuales 22 a 25 mil están en la Región de Ucayali y dentro de ello 340 ha corresponden a la empresa privada Palmagro (MINAG, 2012). En la plantación de dicha empresa ubicada en el distrito de Campo Verde, el personal de la plantación ha identificado que la variabilidad en el rendimiento de las plantas a pesar de ser de la misma edad y haber importado material genético de alta calidad y aplicar una tecnología media a alta de manejo agronómico, las plantas no están respondiendo al potencial genético, con rendimiento promedio actual de 15 t/RFF/ha/año debiendo ser entre 20 a 22 t/RFF/ha a la edad de sus plantas.

Los técnicos han observado que existe un problema en el llenado de racimos y que mas del 50% de flores no son fertilizados, lo que pone en evidencia un problema de polinización que en condiciones adecuadas la polinización de flores debe estar por encima del 80% (Palmagro, 2013).

La demanda nacional de aceites vegetales en el Perú esta con un per capita, de 11 Kg/habitante/año – FAO, y se conoce que en el año 2008, el mercado nacional fue deficitario porque el consumo nacional fue de 592,367 t, las cuales fueron abastecidas por la producción nacional de 283,094 t y por las importaciones de 377,977 t (Dirección General de Competividad Agraria - DGCA, 2010).

Se conoce que en el Perú, la polinización asistida en palma aceitera no está desarrollada por pequeños palmeros. Una de las empresas que manejan esta técnica es Palmas del Espino, cuya información es muy restringida y no está disponible como tecnología para los cientos de productores y decenas de empresas que están consolidando su incursión en la producción de palma aceitera (Ministerio de Agricultura - MINAG, 2012).

Además, existen diferentes niveles tecnológicos, dicha empresa aplica alta tecnología y obtiene altos rendimientos, superiores a las 25 t/RFF/ha/año y los pequeños y medianos productores obtienen bajos rendimientos promedios entre 8 - 12 t/RFF/año, debido principalmente al mal manejo de las plantaciones (DGCA ,2010). La polinización asistida es costosa debido a ello solo empresas que tienen una tecnología media a alta la pueden integrar al manejo de sus plantaciones. Asi también la mayoría de pequeños productores, no son sujetos de créditos, por falta de garantías hipotecarias y prenda industrial (DGCA, 2010).

Por lo antes descrito es importante buscar una alternativa de polinización económica para agricultores que recién incursionan en este cultivo que ayude en la fertilización de las flores y asegurar el incremento de la productividad, permitiendo aprovechar el potencial productivo de las plantas.

Por otro lado existe deficiencia en **buenas prácticas agrícolas o agroforestales** para la conservación de los polinizadores a través de la protección del ecosistema donde se instalan estos insectos nativos o introducidos. Esta situación se ve más

comprometida con los materiales genéticos de alta producción de racimos, que durante los dos a tres primeros años de producción emiten muy pocas inflorescencias masculinas y son casi exclusivamente femeninas, trayendo como consecuencia una baja población de estos insectos ya que estos dependen de las primeras (Palmagro, 2013).

La polinización de la palma aceitera es realizada principalmente por varios insectos curculiónidos del género *Elaeidobius* (Labarca, 2007). Uno de los agentes polinizadores que mejor se ha establecido en plantaciones de América, es el *Elaeidobius kamerunicus* (Raygada, 2005). Sin embargo, en el Perú no hay investigaciones sobre cuales son los insectos polinizadores y como es su fluctuación poblacional en las plantaciones. Realizando así este presente estudio de investigación en la región Ucayali, consecuentemente este aporte va permitir la crianza de los principales polinizadores identificados, así realizar la liberación en los meses de escasas poblacional, además incentivar a no alterar el nicho ecológico de estos insectos que juegan un papel importante en la polinización y incremento de la producción de racimos bien conformados en el cultivo de palma aceitera.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general:**

- ¿Cuáles son los géneros y cómo es la fluctuación poblacional de los principales insectos polinizadores que predominan en la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el Distrito de Campo Verde, Región Ucayali-2014?

### **1.2.2. Problemas específicos:**

- ¿Cuáles son los géneros de los principales insectos polinizadores que predominan en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el distrito de Campo Verde, Región Ucayali-2014?



- ¿Cómo es la fluctuación poblacional de los principales insectos polinizadores en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el distrito de Campo Verde, Región Ucayali-2014?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general:**

- Identificar y cuantificar la fluctuación poblacional de los principales insectos polinizadores en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el distrito de Campo Verde, Región Ucayali.

#### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- Identificar los géneros de insectos polinizadores que predominan en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el distrito de Campo Verde, región Ucayali.
- Determinar la fluctuación poblacional de los principales insectos polinizadores en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el distrito de Campo Verde, Región Ucayali.

### **1.4. Justificación del estudio**

DGCA (2010), indica que la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), es el cultivo oleaginoso que mayor cantidad de aceite produce por hectárea; puede rendir de 3 a 5 t de ACP (Aceite Crudo de Palma) por hectárea y de 600 a 1 000 Kg de aceite de palmiste; su rendimiento es 10 veces superior al de la soya. La presencia de insectos polinizadores es de gran importancia en el rendimiento de aceite, ya que una mayor producción de racimos bien conformados se asocia con altas poblaciones de estos insectos durante el período de antesis de las inflorescencias femeninas (Sánchez *et al.*, 2004). El Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), bajo resolución Directoral N° 0013-2012, estableció requisitos fitosanitarios para la importación del insecto polinizador *Elaeidobius kamerunicus* procedente de Ecuador, a las plantaciones de Palmas del Espino, dicha empresa gestionó esto porque al introducir este insecto sus racimos podrían producir un

95% de frutos normales a través de la polinización y una mejora extractiva promedio de 23% de aceite (El peruano, 2012).

Ante esta situación la empresa Palmagro (2013), muestra un interés científico al tratar de identificar y conocer cómo es la fluctuación poblacional de los principales insectos polinizadores en sus plantaciones instaladas, dicho conocimiento contribuiría a la crianza y su liberación en campo para la polinización de las flores femeninas.

Ante este panorama, el fenómeno de la polinización es comprensible, es de vital importancia en la producción de aceite y almendra (Labarca, 2007). En tal sentido, surgió la presente tesis que buscó Identificar y cuantificar la fluctuación de población de insectos polinizadores que predominan en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el Distrito de Campo Verde, Región Ucayali.

El aporte de la tesis es eminente técnico, al haber identificado y determinado su fluctuación poblacional de los principales polinizadores, con lo cual se generaría la crianza y liberación en las plantaciones para incrementar la producción en este cultivo de interés nacional.

### **Limitaciones de la investigación**

Durante el desarrollo del trabajo de tesis, se encontraron algunas limitaciones, las cuales se mencionan a continuación:

La ejecución de la presente tesis no ha evidenciado limitaciones en cuanto a los recursos económicos puesto que fue financiado por el Programa Nacional de innovación para la Competitividad y Productividad - Innóvate Perú. No obstante, una limitación fue la falta de fuentes bibliográficas acerca del tema de investigación a nivel nacional.

El espacio donde se realizó la investigación fue en el Distrito Campo Verde, ya que es un punto estratégico favorable por que cuenta con plantaciones disponibles siendo conveniente desarrollar esta investigación en el lugar, ya que

el aporte va dirigido al incremento de la producción mediante la crianza y liberación de los polinizadores en dichas plantaciones.

Por último, el tiempo conveniente para realizar el muestreo de polinizadores en el Distrito de Campo Verde fue en la época seca, ya que a nivel internacional es un periodo poco estudiado con fines de conocer la fluctuación poblacional de los polinizadores. No se podría dejar de mencionar, como una de las limitaciones, los días lluviosos ya que afectaron el acceso a la muestra, considerando que se realizaron muestreos diarios o interdiarios, aunado a esto la estatura alta de las plantas también dificultó estos muestreos.

## **CAPITULO II**

### **II. MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes del problema**

Hala *et al.* (2012), identificó la entomofauna en inflorescencia de palma aceitera, en la estación del Centro Nacional de Investigación Agronómica de Costa de Marfil (África oriental) por un período de dos años. Para ello 96 inflorescencias femeninas fueron cubiertas con una funda de muselina. Los insectos que llegan en estas inflorescencias fueron capturados en dos días correspondientes al tiempo de la antesis, durante 10 minutos por hora, 6:00 a.m. - 6:p.m. Los resultados muestran a las especies *Elaeidobius* sp., *Microporum* spp., *Prosoestus* sp y *burgeoni* *atheta* eran comunes, independientemente del tipo de

inflorescencia. Especies *Gabrius* sp., *Trips* sp., *Anthocoride* sp., *Lithargus* sp y las abejas (*Nomia* sp y *Apis mellifera*) eran raramente observados en inflorescencias femeninas. El mayor nivel de insectos se observó en plena antesis en inflorescencias masculinas, mientras que en las inflorescencias femeninas se señalaron en el primer día de la antesis, conocer estas etapas en las inflorescencias permite un mejor muestreo de la entomofauna en palma de aceite.

Da Silva (2011), investigo la relación del estragol emitido por las inflorescencias masculinas e inflorescencias femeninas en antesis de *E. guineensis* (tenera), *E. Oleífera* (caiuapé) y el híbrido interespecífico (HIE) para esto extrajo los volátiles ensacando a las IFA e IMA, entre el segundo y tercer día respectivamente fueron seccionados y trasladados a laboratorio para su extracción mediante la técnica "Headspace", con el mismo método midieron en campo la emisión de estragol y su relación con los horarios de visitas de los polinizadores en las IFA colocando trampas en distintos horarios. Sus resultados indican que las inflorescencias de tenera liberan mayor cantidad de estragol que las HIE e caiuapé. Las principales especies capturados fueron *E. kamerunicus*, *E. subvittatus* y *Mystrops costaricensis*, indicando que el ritmo de liberación de estragol y el horario de mayor actividad oscila entre los horarios de 8:00 am a 12:00 am de la mañana, siendo de 10:00 a 12:00 los horarios de mayor actividad de los polinizadores.

Navarro *et al.* (2010), evaluaron la presencia y cantidad de insectos en palmas de las especies *E. guineensis* (palma de aceite) y *E. oleífera* (palma noli) y en palmas del híbrido inter específico OxG obtenido mediante cruzamiento controlado entre las dos especies parentales en la zona de Tumaco. Muestreó inflorescencias masculinas las que embolsó y cortó justo al momento de la antesis. Las inflorescencias femeninas por el contrario, fueron seleccionadas y embolsadas en pre antesis para ser cortadas al momento de la antesis. Los resultados muestran diferencias estadísticas respecto a la cantidad de visitantes de la especie *E. kamerunicus* entre el Híbrido y sus parentales, siendo el Híbrido el material con mayor número de visitantes. La cantidad de visitas de la especie *E. subvittatus* es mayor en palmas Noli *E. Oleífera* respecto a los materiales de Tenera e Híbridos OxG. Asimismo comprobó que las especies polinizadoras en los híbridos como en sus especies parentales continúan siendo *E. kamerunicus* y *E. subvittatus*.

Labarca y Narváez (2009), ejecutaron una investigación con el objetivo de identificar y determinar la fluctuación poblacional de las diferentes especies de polinizadores en el estado de Zulia, Venezuela, tomo muestras de espigas de inflorescencias masculinas en antesis (IMA) y en las inflorescencias femeninas en antesis (IFA) colocó trampas para capturar los insectos que las visitaban. Los resultados señala a *E. kamerunicus* Faust, *E. subvittatus* Faust y *Mistrops costaricensis* Gillogly, como los principales agentes polinizadores, además detectaron la presencia de *Thrips hawaiiensis* Morgan y de un coleóptero de la familia Smicripidae. En cuanto a la fluctuación, la precipitación fue la que más afectó la población de los mencionados insectos, ya que la sequía causó una disminución en el número de insectos del género *Elaeidobius* y de *M. costaricensis*.

Lacerda (2008), en el estado de bahía del sur, Brasil, estudio la conducta de *E. subvittatus* y *E. kamerunicus* con respecto al semioquímico exhalado por las inflorescencias femeninas de (*E. guineensis*) y del híbrido interespecífico, para impedir la pérdida del volátil aislaron inflorescencias en preantesis en cajas de isopor de 17 litros, hicieron agujeros de 1 cm para atraer a los polinizadores durante los tres días de antesis, siendo capturados en trampas de 16 cm<sup>2</sup> ubicados en la caja alrededor del agujero. Los resultados muestran que en *E. guineensis* se capturo 3 569 individuos de las cuales 2 593 correspondieron a *E. kamerunicus* y 976 fueron de *E. subvittatus*. Otro caso fue en las inflorescencias femeninas del híbrido interespecífico capturando un total de 887 individuos, siendo 633 de *E. kamerunicus* y 254 *E. subvittatus*. Concluyendo que los semioquímicos emanado de las inflorescencias femeninas de *E. guineensis* con respecto al híbrido interespecífico difieren entre ellos en cuanto al potencial de atracción.

Labarca *et al.* (2008), identifico y determino la fluctuación poblacional en relación al número de estructuras reproductivas en tres lotes comerciales de palma aceitera de 4, 6 y 7 años. Encontró algunas correlaciones positivas y significativas con el número de IM e IF entre la precipitación y negativas entre la temperatura y las IF. Concluyendo que variaciones en los factores climáticos causaron fluctuaciones en el número de IM e IF y por ende en la población de los

polinizadores. En las IMA de las tres plantaciones un 92.57% correspondió a *E. kamerunicus*, seguido por 6.66% de *M. costaricensis*, el resto estuvo repartido entre *E. subvittatus* y otros insectos identificados como *T. hawaiiensis* y un coleóptero de la familia Smicripidae, considerados en el trabajo como "otros polinizadores" y en las IFA aun cuando el porcentaje de *E. kamerunicus* (71.31%) fue mucho mayor que el del resto de las especies encontradas, la diferencia fue menor que en las IMA con respecto a *M. costaricensis* (26.89%), de igual forma el otro porcentaje estuvo ocupado por las mismas especies que recolectaron en las IMA.

Labarca (2007), en su estudio relación entre las inflorescencias, el clima y los polinizadores, obtuvo correlaciones positivas y significativas entre el número de IMA y los insectos polinizadores colectados, mientras que la correlación con las IFA sólo fue significativa para la especie *E. subvittatus*. Concluyendo el número de insectos polinizadores depende del número de inflorescencias masculinas y femeninas en antesis, a medida que aumenta el número de IMA aumenta también el número de insectos polinizadores de las diferentes especies. El número de IMA como el de IFA fue favorecido por el cambio de la época seca a la húmeda.

Angeles (2006), realizó un estudio con el objetivo de determinar cuál de los métodos de polinización es el más adecuado para que la producción de frutos en palma aceitera se incremente, las variables que presentaron estadísticamente diferencias significativas fueron peso de racimo por planta, número de frutos normales por racimo y rendimiento (t/ha). Los mejores métodos fue la polinización entomófila utilizando al insecto *E. kamerunicus* con 4.56 t/ha, y la polinización asistida con 4.44 t/ha, respectivamente, presentando mayor efectividad de fecundación.

Torres (2006), determinó la influencia de plantaciones adultas sobre cultivos jóvenes, basada en el análisis de racimos cosechados en lotes jóvenes que podrían recibir distintos grados de influencia en su polinización mediante un sistema de liberación entomófila y en lotes aislados que no reciben polinización asistida ni influencia externa alguna. Los resultados muestran que no se halló ninguna relación entre la distancia de separación de las unidades experimentales

con su vecino adulto y su calidad de conformación de racimos, pudiéndose considerar que el grado de incidencia en la polinización del cultivo adulto sobre el cultivo joven en la presente investigación fue nulo.

Sánchez *et al.* (2004), reportaron el estado de los polinizadores nativos *Mystrops costarricensis* Gillogly y *Elaeidobius subvittatus* Faust con respecto a *E. kamerunicus*; y su relación con la formación de racimos en la zona de Tumaco, Colombia. Para ello, seleccionó 100 palmas en un lote de siembra 1990 ASD. Cuantificó la población total y calculó el promedio disponible por inflorescencia. Los resultados muestran que *M. costarricensis* se registró en bajas poblaciones, no observó poblaciones de *E. subvittatus*; posiblemente han sido desplazadas por las altas poblaciones de *E. kamerunicus*. Las poblaciones de *E. kamerunicus* por inflorescencia masculina en antesis oscilaron entre 9 606 y 156 753 individuos, encontrando que poblaciones superiores a 120 000 individuos afectan la calidad del polen y que los días de lluvias presentados en un mes afectan la actividad del polinizador. Asimismo, poblaciones disponibles hasta de 1 200 polinizadores por inflorescencia femenina son suficientes para la polinización de palma de aceite.

Bulgarelli *et al.* (2002), relacionaron la abundancia de inflorescencias masculinas y población de polinizadores, la conformación de los racimos en el material Deli x Avros sembrados en 1989 y 1991. Los resultados muestran una reducción en la población del polinizador *E. kamerunicus*, durante la estación seca. Como consecuencia, la polinización de las inflorescencias femeninas fue deficiente, y alrededor de cinco meses después, se observó una caída en el porcentaje de frutos fértiles ("fruit set") por racimo, y la aparición de racimos fallados. Asimismo, indica que la diferenciación del sexo de las inflorescencias se debe al tipo de suelo y clima, esta diferencia desapareció paulatinamente conforme aumentó la edad de las palmas, y se redujo la razón de sexo, y aumentó la importancia del viento como acarreador de polen.

Ponnamma (2000), determinó la variación diurna en la población de *E. kamerunicus* en las IMA, para eso utilizó dos a tres inflorescencias masculinas mensuales de palmas tenera (siembra de 1976) que se encontraban en el tercer día de antesis. Disecciono seis espiguillas junto con gorgojos (dos de la parte

inferior, dos de la mitad y dos de la porción superior de la inflorescencia), muestras de este tipo se recogieron desde las 6:00 a.m. hasta las 6:00 p.m. con intervalos de 1 hora, estos insectos se contabilizaron. En conclusión mencionó que, aunque el gorgojo está bien adaptado a las condiciones húmedas, menos gorgojos visitaron las inflorescencias masculinas durante lluvias fuertes. Asimismo reportó que la población de gorgojos polinizadores es menor en las inflorescencias masculinas durante el mediodía.

Prada *et al.* (1998), estudiaron la efectividad de dos especies *Elaeidobius* en plantaciones comerciales de palma aceitera, variedad Tenera en el estado de Monagas, identificó las especímenes de polinizadores más importantes, evaluó patrones de visita, cantidad y viabilidad del polen transportado por los insectos a las inflorescencias femeninas durante la antesis, realizando obseraciones cada 15 minutos, contando el número de insectos que entraban a las inflorescencias después de ser atrapados en una cinta plástica de 5 x 24 cm<sup>2</sup> cubierto con pegamento. Identifico a especies de *Elaeobius kamerunicus* y *Elaeidobius subvittatus*. El periodo de mayor actividad polinizadores se determinó entre las 8:30 am y 1:30 pm. Teniendo como resultado 31 321 individuos *E. kamerunicus* y 578 de *E.subvittattus* que visitaron una inflorescencia femenina durante un día de antesis. Asimismo, el macho de *E. kamerunicus* fue el más eficiente, excesivas precipitaciones redujeron la viabilidad del polen que este insecto transportaba.

Hussein *et al.* (1989), con el objeto de evaluar la conducta de *Elaeidobius kamerunicus* sometidos a extractos volátiles de 4 – allylanisole adquiridos de inflorescencias masculinas e inflorescencias femeninas de palma aceitera y a la composición química 4 – allylanisole sintética. Usaron papel filtro impregnado con las composiciones naturales y sintéticas en las proporciones de 5, 10, 15, 20 y 25 microlitros. Para ver la influencia usaron el olfatometro, no se observaron diferencias significantes en el atractivo de curculionidos a los extractos florales impregnados en e papel filtro. Sin embargo, con el producto 4 – sintético – allylanisole las concentraciones de 5 y 10 microlitros atrajeron a mas individuos de *E. kamerunicus*. En las pruebas de campo las concentraciones incrementadas de 50 se usaron; 100; 150; 200 y 250 microlitros de 4 – allylanisole. Las diferentes



concentraciones si disolvieron en el filtro de cigarros y pusieron trampas impregnados con cola para la captura de los insectos, aunque las trampas con 200 microlitros han atraído más insectos que los otros, no había diferencia significativa entre las concentraciones.

Liceras y Marquez (1987), reportan que el 24 de noviembre de 1987 se introdujo al Perú a los insectos *Elaeidobius singularis*, *E. kameruncus* y *E. plagiatus* como polinizadores de la palma *Elaeis guineensis*, procedentes desde las plantaciones San Antonio (Colombia) a palmas del espino (Uchiza), antes de la importación en estudios previos encontraron a *Elaeidobius subvittatus* como un polinizador nativo, que aparentemente no tenía grandes poblaciones. Es así que en su nota preliminar titulado: Curculionidos polinizadores de la palma aceitera en el alto Huallaga, los autores informan sobre los resultados preliminares de la introducción, crianza y liberación de los pequeños curculionidos, haciendo referencia que *E. singularis* la especie que mejor se ha adaptado a la época lluviosa.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. El cultivo de Palma africana**

#### **A. Origen**

Corley y Tinker (2003), afirman que su origen está en el golfo de Guinea en Africa Occidental. De ahí que su nombre científico sea *Elaeis guineensis*. (Corley, 1976) manifiesta que la palma aceitera pertenece a la familia Palmaceae, tribu Coccoideae. Jacquin, la describió en 1763 y le dio el nombre de *Elaeis guineensis*.

Este género incluye tres especies: *E. guineensis*, de Africa Occidental; *E. oleífera* (*Elaeis melanococa*), que se extiende de Centroamérica a Brasil; y, *E. odora*, una especie muy poco conocida de América del Sur.

## **B. Clasificación taxonómica**

Freire (2004), indica que esta especie pertenece a la familia arecaceae y al orden arecales y tiene 16 pares de cromosomas. Es una planta monocotiledónea, esto significa que su semilla tiene un solo cotiledón o almendra (León, 1987). Es una planta monoica las flores masculinas y femeninas se producen independientes, aunque en una misma palma; y es alogama, pues su polinización es cruzada (Bernal, 2001).

## **C. Características ecológicas**

Los requerimientos para el establecimiento del cultivo de palma son: altitudes entre 3-700 mmsnm, precipitación de 1700mm a 2000 mm al año con 150 mm al mes y humedad relativa de 70 a 90% (Sáenz, 2006). Se estima que se necesitan a las menos cinco horas luz por día y temperaturas entre los 21 y 32 ° C (Escobar, 2006).

Los suelos deben ser planos o ligeramente ondulados, menores 12 por ciento, fértiles, con un horizonte superficial de 80 a 120 centímetros, de textura franca (Sandoval, 2011) y con pH entre 4.5 - 7.5 (Sáenz, 2006).

## **D. Uso principal y valor nutricional**

La palma africana de aceite (*Elaeis guineensis*), es el cultivo oleaginoso de mayor cantidad de aceite que se produce por hectárea; puede rendir de 3 a 5 t de ACP (Aceite Crudo de Palma) por hectárea y de 600 a 1 000 Kg de aceite de palmiste; su rendimiento es 10 veces superior a la soya. (MINAG, 2012).

La gama de productos que pueden elaborarse a partir del cultivo de la palma aceitera es realmente sorprendente, e incluye aceites y grasas comestibles, suplementos vitamínicos, concentrados para animales, jabones, detergentes,

cosméticos, lociones, y hasta poliuretano, sin olvidar las alternativas del biodiesel y el compost (Quesada, 2012).

## **E. Comercialización**

En el mundo se comercializan anualmente alrededor de 35 millones de toneladas de aceite de palma. Los principales países exportadores son Malasia, Indonesia y Tailandia contribuyendo con el 90% de la oferta mundial (MINAG, 2012).

En América, los principales países exportadores son Colombia, Ecuador y Costa Rica. Durante el año 2008, los importadores estuvieron más diversificados, el 67% de las importaciones corresponden a países en desarrollo y la Unión Europea, alrededor del 18% EEUU y 15% China (MINAG, 2012).

Cabe señalar que Industrias del Espino S.A., comercializa aproximadamente el 90% de su producción en la región de la selva, donde tiene el monopolio del mercado de aceites ya que por sus precios competitivos ha logrado desplazar a los productos procedentes de la costa e incluso a los importados desde el Brasil (MINAG, 2012).

### **2.2.2. Descripción morfológica**

#### **A. El sistema radicular**

Poseen raíces de anclaje, raíces primarias, raíces secundarias, raíces terciarias. Las raíces en su mayor parte son horizontales. Se encuentran en los primeros 50 cm del suelo, las raíces primarias descienden en el suelo y algunas llegan hasta a 4.5 m de la superficie, el número es muy variado y continúan produciéndose a lo largo de la vida de la palma. La distribución de raíces en el suelo depende grandemente de las condiciones de suelo. Las raíces se encuentran en las

interlíneas, como a 3 o 4 m de la palma (ASD, 2006). Las raíces secundarias, de menor diámetro, son algo más absorbentes en la porción próxima a su inserción en las primarias y su función principal es la de servir de base a las raíces terciarias (10 cm de longitud) y éstas a su vez, a las cuaternarias (no más de 5 mm). Estos dos últimos tipos de raíces son los que conforman la cabellera de absorción de agua y nutrientes para la planta (Revelo, 2002). Las raíces secundarias tienen la particularidad de crecer en su mayoría hacia arriba, con su carga de terciarias y cuaternarias, buscando el nivel próximo a la superficie del suelo, de donde la planta obtiene nutrientes. Este conocimiento es importante para la aplicación de los fertilizantes (Raygada, 2005).

## **B. El tallo**

Presenta un solo punto de crecimiento (Tronco), es de forma cilíndrica y cubierto con las bases de las hojas de los años anteriores, el diámetro es normalmente de 45-68 cm, la circunferencia es más o menos de 355 cm, pero la base comienza más gruesa (ASD, 2006). Al otro extremo del bulbo, en el ápice del tallo se encuentra la yema vegetativa o meristemo apical, que es el punto de crecimiento del tallo, de forma cónica enclavada en la corona de la palma, protegido por el tejido tierno de las hojas jóvenes que emergen de él en número de 45 a 50. Las bases de inserción de los pecíolos que permanecen vivos por largo tiempo, forman gruesas escamas que dan al árbol su aspecto característico; al morir éstas, caen, dejando al tallo desnudo con un color oscuro, liso y adelgazado, cosa que puede apreciarse en plantas muy viejas (Raygada, 2005).

## **C. Las hojas**

En una planta adulta, el tallo está coronado por un penacho de hojas con una longitud entre 5 y 8 metros con un peso de 5 a 8 kilos cada una 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. La longitud de los pecíolos varía enormemente y en palma deli puede llegar a medir 1.2 m algunos pecíolos pueden permanecer verdes por un periodo considerable; existen de 100 a 160 pares de folíolos dispuestos en diferentes

planos, correspondiendo el tercio central de la hoja a los más largos (Hartley, 1983).

Usualmente se obtiene una proporción de 3 hojas por cada racimo producido. Si se mira desde arriba, se observa que en la mayoría de las palmas el espiral del estípote corre en sentido de las agujas del reloj de arriba hacia abajo. El eje de la hoja se divide en una parte basal o más ancha, en cuyos bordes aparecen espinas planas, gruesas, agudas y un raquis en el que se insertan los folíolos (ASD, 2006).

El desarrollo de una hoja, desde su estadio rudimentario en la yema vegetativa del que sale en 24 meses a un escaso crecimiento, le sigue una siguiente etapa que es de rápido crecimiento, en que de pocos centímetros la hoja pasará en 5 meses a una longitud de 5 a 6 metros que es conocida como flecha, que lleva dentro de sí al raquis y los folíolos en estrecha envoltura. En una tercera y final etapa, tiene lugar la apertura definitiva de la hoja adulta (Raygada, 2005).

Es importante conocer como se cuentan las hojas, puesto que a cada una de ella corresponde un número a partir de la flecha que es la número "0", la última en abrirse fue la número 1 y, en la medida en que se van abriendo, la numeración avanza correlativamente, la 1 pasa ser 2, y la 2 pasa a ser 3 etc (Raygada, 2005).

#### **D. Las flores e inflorescencias**

La palma africana produce inflorescencias ubicadas en las axila de cada hoja, la emergencia de estas estructuras es una sucesión de varias inflorescencias de un sexo, la cual es seguida por una sucesión de otro sexo en ciclos alternos, pero ocasionalmente ocurre la aparición de inflorescencias hermafroditas, esto depende de las condiciones climáticas y del manejo dado por el hombre,

principalmente en relación con la fertilización y la poda (Bernal, 2001). A partir de los 30 a 36 meses de trasplantada la planta en el campo se producen inflorescencias femeninas, masculinas y abortos ocasionales, en ciclos de alternancia con duración variable en función de los factores genéticos, la edad, las condiciones nutricionales y los factores climáticos circundantes (Adam, 2007).

Las especies del género *Elaeis* son alogamas, monoicas y proterandrias, es decir, que la maduración del gametofito masculino ocurre antes que el gametofito femenino (León, 1987). Por tanto, el polen está formado y dispuesto, pero el estigma en la flor femenina no es receptivo, debido a que no ha alcanzado su madurez (Raygada, 2005). Las inflorescencias pasan por tres fases de desarrollo denominadas así: individualización de la yema, diferenciación sexual y alargamiento de la inflorescencia (Cenipalma, 2010). La diferenciación sexual ocurre a los 24 meses y en este estadio tiene lugar una ubicación intermedia entre el punto de crecimiento y la salida al exterior junto con la hoja flecha entre los 28 y 30 meses comienza el alargamiento de la inflorescencia, la apertura de la bráctea y la floración (Revelo, 2002).

## **E. El fruto y los racimos**

El fruto es una drupa sécil cuya forma varía desde casi esférica a ovoide o alargada y un poco más gruesa en el ápice, su longitud varía desde 2-5 centímetros, el pericarpio del fruto consta del exocarpio exterior o piel, el mesocarpio o pulpa y el endocarpio o cuesco (ASD, 2006). El fruto ya desarrollado adopta varias formas según su posición en el racimo y su coloración exterior varía de negro a rojo. Un racimo bien constituido sobrepasa los 25 kilos y contiene gran cantidad de frutos de buena conformación (Raygada, 2005).

### **2.2.3. Fenología reproductiva**

#### **A. Fase de crecimiento rápido de la inflorescencia**

Cenipalma (2010), cita que el comienzo de la fase de crecimiento rápido de una inflorescencia corresponde al momento en el que se hace visible una espata de forma plana en la axila de la hoja (figura 1).

La espata aparece entre el momento de la apertura foliar, aun sin observarse el sexo debido a la cobertura de las brácteas de protección, pueden transcurrir de 231 a 245 días para la especie *Elaeis guineensis*, mientras que para el híbrido interespecífico OXG, en la Zona Oriental de Colombia, pueden transcurrir 230 días, al estar mejorado al haber sido cruzado entre la especie *guineensis* y *oleífera*.



FUENTE: Cenipalma, 2010

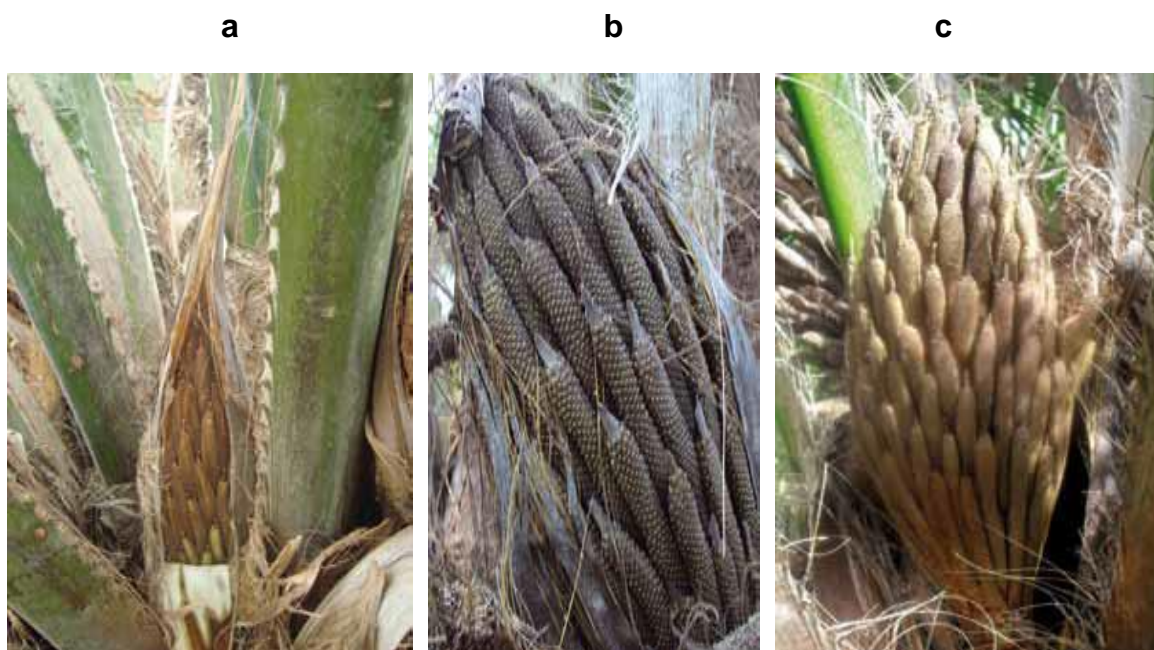
**Figura 01.** Inicio de la fase de crecimiento rápido en las inflorescencias de las especies *Elaeis guineensis* y el híbrido interespecífico OXG.

## **B. Inflorescencia masculina en pre antesis**

Las flores masculinas son más pequeñas con longitudes de entre 3 a 4 mm y ancho de 1,5 a 2 mm. Durante su desarrollo en preantesis, se encuentran

rodeadas por una bráctea triangular que, al igual que la flor femenina, está constituida por tres sépalos y 3 pétalos (Latiff, 2000).

- **Preantesis I:** Bráctea peduncular se rasga y se distinguen las espiguillas de color café, con forma digitiforme o cilíndrica apretadas hacia el centro (figura 2a).
- **Preantesis II:** Las espiguillas cilíndricas de la inflorescencia masculina se encuentran parcialmente expuestas y libres, debido a que su bráctea peduncular está más rasgada (figura 2b).
- **Preantesis III:** Se elonga la inflorescencia, provocando la ruptura total de la bráctea peduncular, lo cual permite que las espiguillas se encuentren más separadas entre sí. Ocurre una nueva apertura foliar (figura 2c).



FUENTE: Cenipalma, 2010

**Figura 02.** Preantesis I, II y III de una inflorescencia masculina

### **C. Inflorescencias masculinas en antesis**

Las flores inician su apertura desde la base de la espiguilla y pueden prolongar su apertura hasta por cuatro días posteriores al inicio de la antesis. La mayor parte



del polen se esparce durante los primeros dos o tres días y su producción cesa sobre los cinco días (Corley *et al.*, 2009). Durante la antesis la flor sobresale de la cavidad donde se encuentra insertada, se observan seis estambres con sus respectivas anteras, cuyos filamentos son amplios y carnosos unidos lateralmente formando un canal en el centro. Las *anteras* son rectangulares con dos lóbulos que poseen rendijas a través de las cuales el polen es liberado cuando los filamentos del estambre se extienden durante la etapa de antesis. (Dransfield *et al.*, 2008) (figura 3a). Las anteras producen polen abundante con un olor característico a anís y una coloración amarilla (figura 3b), la antesis ocurre de forma acropetala en las inflorescencias masculinas y femeninas. (Raygada, 2005)



FUENTE: Cenipalma, 2010

**Figura 03.** Inflorescencia masculina de *Elaeis guineensis* a) Inflorescencia masculina en antesis. b) Detalle de las anteras en producción de polen.

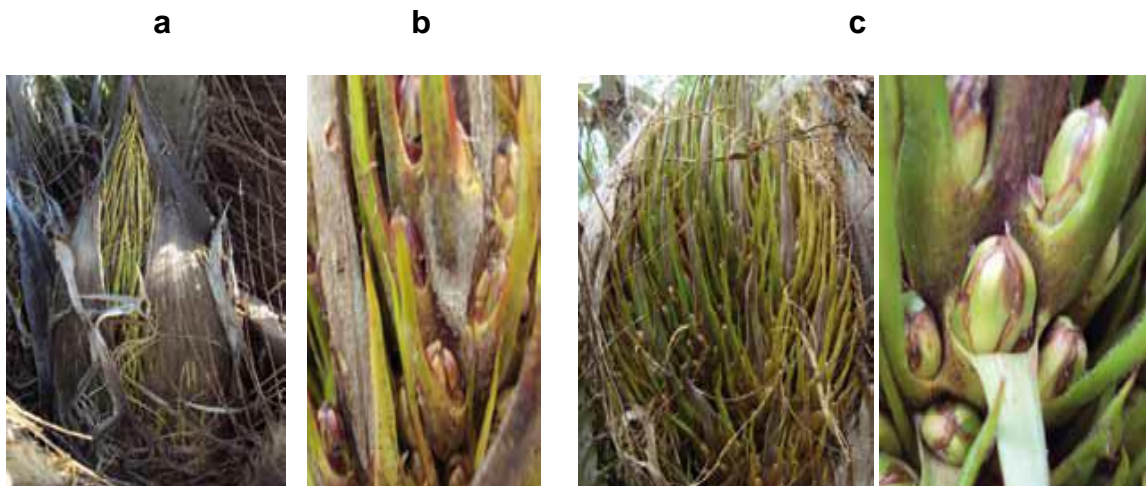
**D.** Fin de la floración: Las flores se tornan de color café debido a que sus anteras comienzan a secarse. No hay presencia de polen y las espiguillas comienzan a degradarse.

#### **E. Inflorescencia femenina en pre antesis**

- **Preantesis I. Inflorescencia femenina:** Raquillas apretadas hacia el centro, de color verde claro, no se observan los tépalos del botón floral.

Han transcurrido treinta días aproximadamente desde la emergencia de la estructura (figura 4a).

- **Preantesis II. Inflorescencia femenina:** Rasgamiento de la bráctea peduncular en la altura media de la superficie de la inflorescencia, en la axila de cada bráctea floral se observa el ápice del botón floral que se encuentra cubierto por la bráctea del verticilo de color verde pálido o rojizo, inicio de apertura de raquillas (figura 4b).
- **Preantesis III. Inflorescencia femenina:** Rasgamiento avanzado e inicio de desprendimiento de la bráctea peduncular, prófalo completamente desintegrado y ubicado en la base de la inflorescencia, fácil observación de los botones florales con sus tépalos de color blanco, las espiguillas y brácteas florales están más separadas (figura c).



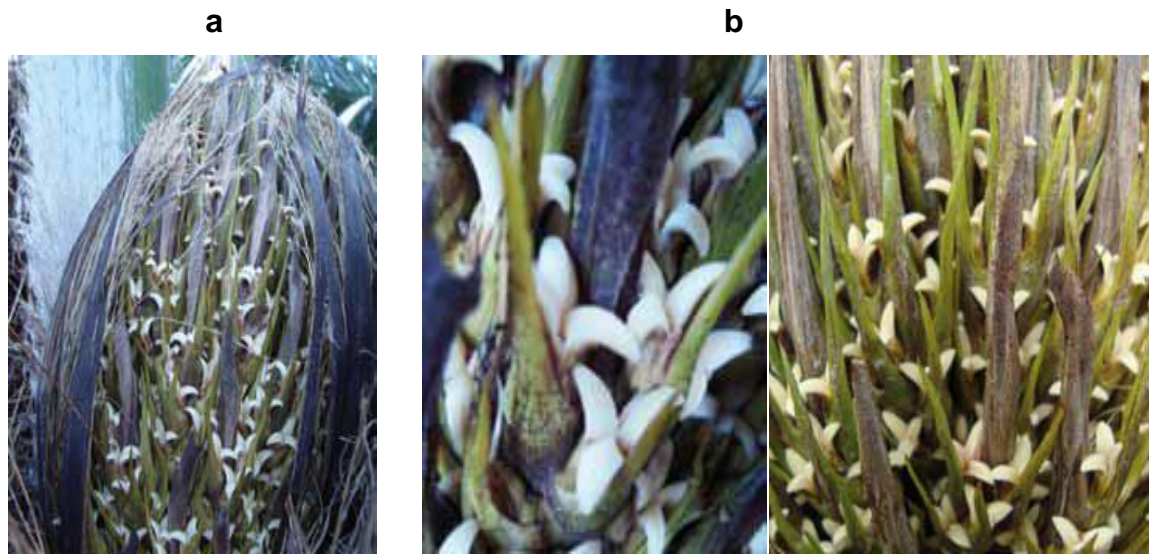
FUENTE: Cenipalma, 2010

**Figura 04.** a) preantesis I, preantesis II y preantesis II en Inflorescencias femeninas de *Elaeis guineensis*.

#### **F. Inflorescencia femenina en antesis**

El estadio de antesis ocurren a partir de las 9:00 y 10:00 horas cuando el estigma sésil con sus tres lóbulos inicia su etapa receptiva estos lóbulos se abren y

exponen sus superficies exteriores y puede permanecer así por 2 a 3 días (Tandon *et al.*, 2001). En la antesis de la especie *E. guineensis*, la bractea peduncular se ha desprendido casi totalmente de la inflorescencia femenina (figura 5a), exponiendo por completo los lóbulos del estigma, los cuales son de color blanco y estas también emiten un aroma similar al hinojo (figura 5b), este olor atrae a los gorgojos los cuales llegan a las flores femeninas receptivas solo por accidente en la búsqueda de las inflorescencias masculinas y efectúan la polinización (Syed, 1979).



FUENTE: Cenipalma, 2010

**Figura 05.** Inflorescencias femeninas a) Antesis b) Lóbulos estigmáticos abiertos.

**G. Fin de la floración:** Inicia la polinización de las flores, cambio progresivo de coloración de los lóbulos del estigma.

#### 2.2.4. Polinización

Es una de las actividades relacionadas con la fecundación de las inflorescencias femeninas. Esta actividad puede iniciarse a los 18 a 24 meses de establecida la plantación donde la eficiencia en mención está relacionada directamente con la presencia de inflorescencias femeninas en anthesis (flor abierta o receptiva). Las flores femeninas tienen tres estigmas carnosos y la receptibilidad dura más de dos o tres días, se debe polinizar hasta tener flores masculinas al igual que insectos (más o menos 6 años para garantizar un buen cuajado de racimos), esta labor se inicia a los 26 meses. Una inflorescencia desde que se poliniza hasta la cosecha del racimo maduro demora 6 meses aproximadamente (palmas del espinoso S.A & industrias del espinoso S.A ,2008).

Según Bernales (2010) indica que existen dos métodos para el proceso de polinización uno es la polinización asistida o ayudada(a) y polinización entomófila o por insectos (b)

#### **A. Polinización asistida**

Es una práctica empleada cuando el material genético inicia la emisión de inflorescencias diferenciadas a las femeninas en más del 90 por ciento y cuando la población de insectos entomófilos es insuficiente (Bernales, 2010)

Este método consiste en obtener polen de IM en 80 por ciento de anthesis de otras áreas prepararlas y almacenarlas adecuadamente a temperatura entre 15 a 20°C bajo cero, en estas condiciones el polen permanece viable hasta un año. El requerimiento de polen conservado no supera a los 25 g por ha al año , el polen es mezclado con talco industrial en una relación de 1 de polen por 20 de talco, se aplica mediante un instrumento compuesto por una bombilla de jebe que lleva la mezcla de polen y un tubo de aluminio adosado a su extremo que sirve para espolvorear la inflorescencia femenina en anthesis y una herramienta llamado rasguete sirve para abrir la espata de la flor y realizar la polinización asistida. Por cada flor se aplican de 12 a 15 bombilladas (Bernales, 2010).

#### **B. Polinización entomófila**

Es la polinización efectuada por insectos del genero *Elaeidobius* que realiza todo su ciclo biológico en la inflorescencias masculinas de la palma aceitera (Bernaes, 2010). Los insectos polinizadores, visitan las flores femeninas por error, son atraídas por el olor a anís que emiten las flores de ambos sexos y en busca de flores masculinas para continuar su ciclo, llegan accidentalmente a las flores efectuándose de esta manera el proceso de polinización (Bernaes, 2010).

### **2.2.5. Agentes polinizadores**

Syed (1978), indica que la polinización de la palma aceitera es realizada principalmente por varios insectos curculiónidos del género *Elaeidobius*.

Genty *et al.* (1986), mencionan que en África, donde la palma es nativa, la formación de racimos es satisfactoria. En ese continente, *E. kamerunicus*, *E. Subvittatus* Faust e *Microsporum* spp. (Coleoptera: Nitidulidae) son los principales responsables del transporte de polen a las palmas. El mismo autor menciona que en Madagascar existe un único insecto polinizador: *Microsporum* sp. (Coleoptera, Nitidulidae), con todas las variaciones observadas en las densidades poblacionales de este insecto se considera que fue de extrema abundancia al desaparecer casi total, logrando un porcentaje de polinización media de los frutos de palma aceitera en Madagascar oscilando entre 30 a 50%.

Labarca (2007), menciona que *Elaeidobius kamerunicus* (figura 6a), depende totalmente de las inflorescencias masculinas de (*Elaeis guineensis* jacquin) para su supervivencia como especie. Los adultos de *E. kamerunicus* se congregan en las inflorescencias masculinas desde el primero hasta el quinto día de antesis. La población de gorgojos en las inflorescencias masculinas (número de gorgojos/espiguilla) aumentó con el progreso de la antesis y fue más alta durante el tercer día de antesis (Syed 1982).

Chinchilla *et al.* (1990), mencionan que trabajos realizados en Camerún para determinar la especificidad de *E. kamerunicus*, tuvieron que ofrecerles varias flores cortadas de una gran variedad de plantas cultivadas, se observó que los

adultos se alimentaron ligeramente de las puntas cortadas y de las partes descompuestas de flores de cacao, maíz, cítricos, guayaba, pepino, piña, café, tabaco, mango, banano y una crucífera. Sin embargo, en ninguna de estas flores ovipositaron o lograron sobrevivir durante un tiempo apreciable.

Syed (1984), menciona que *E. subvittatus* (figura 6b), es también muy específico, pero puede sobrevivir asociado a *Elaeis oleífera*, y el adulto puede alimentarse por algún tiempo aun en flores de cocotero (*Cocos nucifera*), aunque en ellas no puede completar su ciclo de vida. Según algunas investigaciones, la especie *E. oleífera* permite la alimentación, oviposición y desarrollo de *E. kamerunicus* pero los insectos son más pequeños y la tasa de reproducción es muy reducida.

Genty *et al.* (1986), señalan que la larga coevolución de las especies de *Elaeidobius* y *E. guineensis* ha dado como resultado que cada especie de *Elaeidobius* ocupe un lugar bastante específico en las inflorescencias masculinas y permite una coexistencia armónica que se ha mantenido, posiblemente, por miles de años

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*, especie americana y el otro a la familia *Curculionidae*, *Elaeidobius subvittatus*, que pudo haber sido introducido por error.

Mariau & Genty (1988), afirman que otro grupo importante de los coleópteros polinizadores de palma de aceite está representado por la familia *Nitidulidae*. Destacando la especie *Mystrops costarricensis* (figura 7a) y *Microporum congelenses* (figura 7b). La primera especie tubo ocurrencia américa del sur y central, en cuanto a la segunda en en África

Genty *et al.* (1986), mencionan que *Mystrops costarricensis*, es una especie americana que, aparentemente, se ha adaptado a *Elaeis oleífera* cuando *Elaeis guineensis* fue traída al continente americano y, *E. subvittatus*, se supone que fue

introducido en Centroamérica en muestras de polen obtenidas de algún lugar de Africa Occidental. Asimismo, el autor destaca que todos los *Mystrops* que llegan sobre las flores, no tienen granos de polen en su cuerpo, porque existen dos clases de adultos:

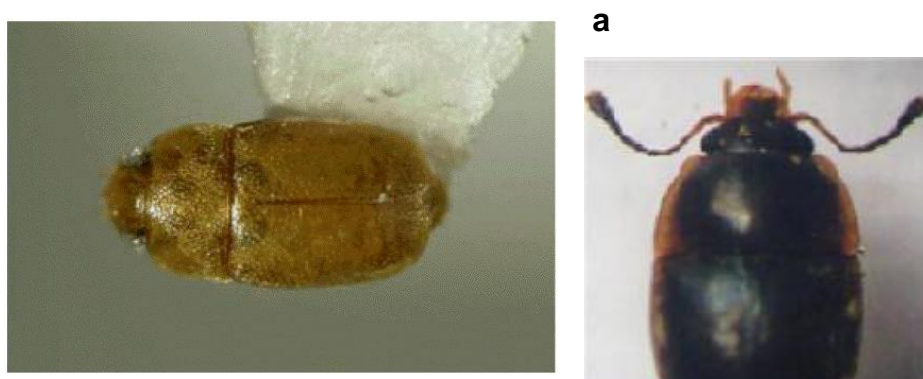
- Los adultos cubiertos de polen que salen de flores masculinas en/antesis.
- Los adultos que eclosionan de las pupas y que no tienen polen.

La actividad de *Mystrops* es especialmente crepuscular (6 a 8 p.m.); sin embargo, en algunas regiones se observa también una actividad importante en las primeras horas de la mañana.



FUENTE: Hacienda La Cabaña, 2008

**Figura 06.** Curculionidos, a) Macho de *E. kamerunicus*, b). *E. subvittatus*.



### **2.2.6. Polinización entomófila de *Elaeidobius kamerunicus***

El gorgojo *Elaeidobius kamerunicus* es la especie predominante, la acción de este insecto ha demostrado científicamente ser de gran ayuda para el proceso de la polinización el cual se creía que solo se basaba por la acción del viento, el índice frutos/racimo aumentó de manera muy significativa después de la presencia de esta especie de insecto (Genty, 1986).

Dhileepan (1992), menciona que ante la ausencia de gorgojos polinizadores naturales especialmente en países de amplio desarrollo del sector palmero, fueron 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.

Genty *et al.* (1986), menciona 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 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 quedan impregnados del polen viable

### **A. Taxonomía del género *Elaeidobius***

El género *Elaeidobius*, descrito por Kuschel (1952), contiene tres especies nativas de Africa, dos de las cuales fueron subsecuentemente asignados al género por Marchall (1958). Las dos especies ahora encontradas en el nuevo mundo tienen una compleja historia taxonómica debido a su inusual distribución y dimorfismo sexual. Cada uno ha sido descrito tres veces tal como fue indicado por los siguientes sinónimos: *Elaeidobius* Kuschel 1952, *E. subvittatus* (Faust) 1898, (*Derelomus*) *elaeisae* (Bondar) 1942, (*Derelomus*) *maynei* (Hustache) 1924, (*Derelomus*) *kamerunicus* (Faust) 1898, (*Derelomus*) *callosus* (Hustache) 1924, (*Derelomus*) *congoanus* (Hustache) 1924.

### **B. Distribución de *Elaeidobius***

*Elaeidobius kamerunicus* fue descrito en Camerún (Africa Occidental), fue descrito en el Congo Belga (Zaire) por Hustache (1924), y fue reportado en Angola por Marshall (1958). Fue intencionalmente introducido en la Península Malasia, Sabah y Sarawak (Anonymous, 1981) y en Colombia, Sur América (unpublished, D. Whitehead, pers. comm.) y desde aquí es reportado por primera vez desde el Nuevo Mundo en Ecuador y *E. subvittatus* fue originalmente descrito también como *Elaeisae* en Brasil por Bondar (1942) y ha sido reportado en Honduras (O'Brien and Wibmer, 1984). El descubrimiento de estas especies en Miami, Florida es su primera ocurrencia conocida en U.S.A, en el área de Miami, especialmente en los Jardines Tropicales Fairchild y la Estación de Introducción de Plantas de la U.S.D.A. (Campo Chapman).

### **C. Biología**

*E. subvittatus* (como *Elaeisae*) se movilizaron en grandes números alrededor de las flores de la palma de aceite africana, y que las larvas se desarrollaron en las

flores masculina, a menudo con 1 a 5 individuos en cada una. Son extremadamente beneficiosos y han sido usados por el hombre, a través de la introducción a las plantaciones de palma, para su polinización. Previamente, se requería la polinización a mano en áreas donde las palmas y gorgojos no eran nativos, con grandes costos para los productores (Bondar, 1942)

Millones de dólares se ha ahorrado en Malasia después de la introducción de *E. kamerunicus*, y los productores han comenzado las investigaciones en el control biológico de las plagas de la palma de aceite a fin de reducir el uso de insecticidas que posiblemente afectarían a las poblaciones de estos importantes gorgojos polinizadores (Anonymous 1981, 1982).

#### **D. Ciclo de vida de *E. kamerunicus***

El ciclo de vida del gorgojo se basa en ser totalmente dependiente de la inflorescencia masculina de la palma para completar su ciclo de vida.

Liau (1984), describe el ciclo de vida del *Elaeidobius kamerunicus* de la siguiente manera:

- El ciclo de vida del gorgojo es totalmente dependiente de las inflorescencias masculinas de la palma de aceite. Los huevos son depositados en una fosa de la alimentación en la corola de las flores. Los huevos son blanquecinos, ovalados con un delicado corion liso. Por lo general, un huevo se encuentra en una flor, pero a veces también se ven dos huevos. Cada gorgojo hembra establece en promedio 35 huevos durante su vida.
- El huevo eclosiona dentro de uno o tres días iniciando así el primer estadio larval donde se alimenta de tejido interno del filamento de las flores masculinas. Hay un total de tres estadios larvales. En el segundo estadio larval este se mueve a la base de la flor, donde se reanuda la alimentación en el tejido blando.

- Una vez que se consumió la flor de la larva corta un agujero a través de la perianto dura cerca de la base de la reanudación de la flor adyacente alimentación desde la base hacia arriba. De esta manera en el tercer estado larval puede consumir 5 a 6 flores en 5 a 8 días de vida.
- La pupación tiene lugar en la flor consumida y tiene una duración de 3 días. Así, el huevo a emergencia del adulto periodo se completa en un plazo de 11 a 14 días, pero a veces hasta 20 días.

Hussein y Rahman (1991), estudiaron tablas de vida, patrones de supervivencia e indican que 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.

#### **E. Habilidad del género *Elaeidobius***

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.

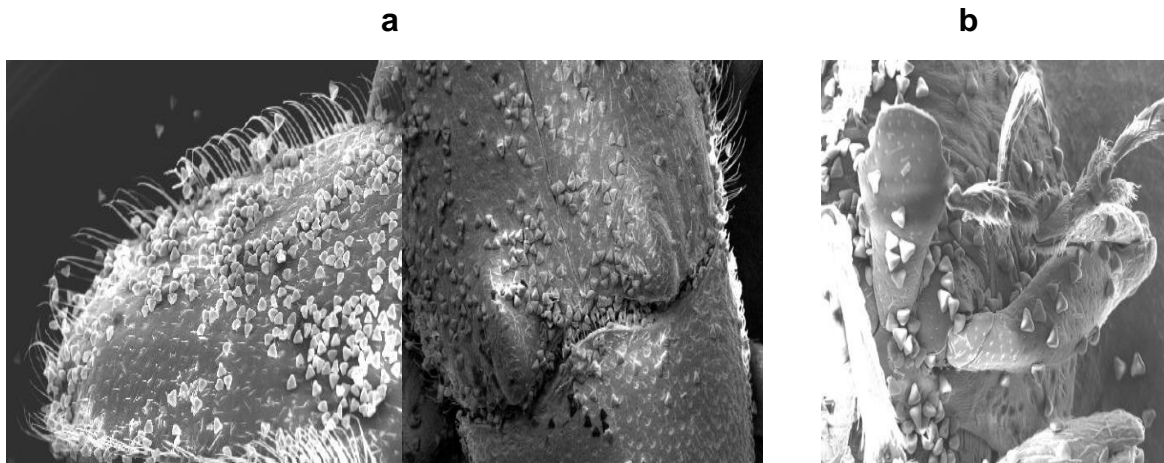
#### **F. El polen y los insectos *Elaeidobius***

Molina *et al.* (1999), mencionan que bajo condiciones climáticas costeras la especie más numerosa es el *E. kamerunicus* cuya capacidad de transferencia de polen es mucho mayor (figura 8a), con respecto a la cantidad de polen que transporta *Elaeidobius subvittatus* (figura 8b), además la primera especie 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.

Dhileepan (1992), menciona 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, en *E. kamerunicus* la cantidad de polen cargado por el insecto macho es siempre mayor al que carga la hembra.

Genty *et al.* (1986), determinaron que los insectos que empiezan a abandonar las flores masculinas, cuando éstas han llegado a su máximo estado de antesis llevan un polen con buena viabilidad (80 - 90%), mientras que los insectos que salen de la flor, 2 a 3 días después de este estado, transportan polen de una menor viabilidad (40 - 50%).

Sánchez *et al.* (2004), reportan que relacionar altas poblaciones de *E. kamerunicus* en inflorescencias masculinas con el porcentaje de viabilidad del polen transportado por los mismos insectos, se obtienen correlaciones inversas altamente significativas. Esto permite deducir que en la medida en que aumentan las poblaciones de insectos polinizadores, disminuye la viabilidad del polen, es decir que cantidades superiores que oscilan entre 58.000 a 120.000 adultos de polinizadores originan malformaciones en los granos de polen que pueden ocasionar bajas en la polinización y, por ende, en el volumen de aceite por racimo.



FUENTE: Lacerda, 2008

**Figura 08.** Detalles morfológicos. a) Machos de *E. Kamerunicus* con cerdas marginados y con callos predominantes en el dorso del élitro con polen, c) Apéndice en la parte ventral del tórax de *E. subvittatus* con polen.

### 2.2.7. Presión polinizadora

Genty *et al.* (1986), mencionan que la polinización de las flores femeninas receptoras está realizada por el concurso de distintos agentes que están interactuando y que por ausencia o deficiencia de su aporte pueden incidir en una buena o mala fecundación. El proceso de captura de los insectos visitantes de las flores femeninas se hace durante todo el tiempo que dure la antesis, o sea aproximadamente de 2 a 3 días.

El mismo autor indica que la presión polinizadora sobre cada flor es ejercida por los siguientes factores:

- Cantidad de polen (número de flores masculinas disponible/ha.
- Número de flores femeninas en antesis/ha.
- Los insecto y la agresividad específica de los polinizadores
- Interacción entre flores masculinas y femeninas en antesis.
- Duración de antesis flores femeninas
- Temperatura, precipitación y viento
- Eventual utilización de químicos

Genty *et al.* (1986), clasifican a los insectos en polinizadores como:

### **A. Los insectos polinizadores directos**

Son aquellos ya mencionados que visitan las dos inflorescencias tanto las flores femeninas y masculinas, es decir existe un transporte de polen desde las flores masculinas hacia las femeninas, ya sea por alimentarse de polen o se ven atraídos por el olor semejante al anís que éstas emiten o dependen de las flores para completar parte o totalidad de su ciclo de desarrollo.

### **B. Los insectos polinizadores indirectos**

Son aquellos que visitan solamente las flores masculinas o solamente las flores femeninas. En su gran mayoría son Hymenópteros, de la familia Apidae (*Apis*, *Trígona*, *Melipona*, etc.).

Hartley, (1986) menciona que 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*, *A. dorsata* y *Melipona laeviceps*, abejas que recolectan polen para la alimentación de sus estados larvales.

Por su parte, Hala *et al.* (2012) reporta que estas Hymenopteras no visitan las flores femeninas de *Elaeis*, aunque el olor anís sea atractivo, ya que la concentración de azúcares que cubre la superficie de los estigmas no es suficiente para atraer a las abejas hacia estas estructuras, pero estos insectos si transportan grandes cantidades de polen que liberan durante su vuelo y por su gran actividad en el aire contribuyen así a la polinización. Asimismo, Genty *et al.* (1986), mencionan que existen otros insectos que tienen alguna actividad a nivel de las flores, bien sea atraídos por el polen o como predadores de otros insectos.

### 2.2.8. Inflorescencias masculinas y los insectos polinizadores

Genty *et al.* (1986), mencionan que el mejoramiento genético sometido a (*Elaeis guineensis* Jacq.) durante más de tres décadas a nivel internacional, es causa de una problemática en los primeros años de plantación del cultivo de palma aceitera manifestada en una alta tendencia de estos materiales a producir inflorescencias femeninas en búsqueda de producir mayor cantidad de racimos. En consecuencia dicha tendencia influye directamente en una insuficiencia generalizada de flores masculinas, las cuales son las encargadas no solo de proporcionar el polen para la fecundación de las flores femeninas, sino que además son el medio natural para el desarrollo de los insectos polinizadores ligados a este cultivo.

Salas (1992), refiere que el número de inflorescencias emitidas por palma en una plantación manejada adecuadamente varía con la edad, en palmas jóvenes de 4 a 5 años la relación IF: IM es de 3:1, luego esta relación cambia a medida en que la plantación se hace adulta, alcanzando valores de 1:2 hasta 1:3, cuando la palma está en plena producción, quizás porque se acentúan los problemas fitosanitarios o de fertilización las cuales favorecen la emisión de IMA.

Bulgarelli *et al.* (2002), indican que la variación en la cantidad de inflorescencias masculinas es el factor principal que provoca la fluctuación observada en la población del polinizador. No obstante también reporta que en algunos meses se encontraron inflorescencia masculinas en antesis, pero sin que aparecieran en ellas ningún individuo de *E. kamerunicus*.

Labarca (2007), reporta que el número de IMA y el número de polinizadores totales estuvo altamente correlacionado positiva y significativa entre el número de *E. kamerunicus* y el número de inflorescencias masculinas en antesis (IMA), el número de *E. subvittatus* con el número de IMA, coincidiendo el valor más alto de *E. subvittatus* (1323 individuos) con el mayor número de IMA (10 inflorescencias), y el valor más (10 individuos) con el más bajo de IMA (1 inflorescencias).

Mientras que Labarca *et al.* (2008) con Labarca y Narváez (2009), mencionan que en las IMA al igual que en las IFA el valor más alto es de *E. kamerunicus* en comparación con *E. subvittatus*. Asimismo, estos autores resaltan que hubo fluctuaciones en las poblaciones de los polinizadores en las IMA e IFA, las cuales resultaron estar correlacionadas positivamente y significativa entre número de *E. kamerunicus* y el número de *E. subvittatus* en inflorescencias masculinas en antesis indicando que el material genético Deli x Avros, tiene picos de floración que coinciden con la época lluviosa. Asimismo, Liceras y Márquez (1987), mencionan que a *Elaeidobius subvittatus* polinizador nativo disminuye durante la época de lluvias, deduciendo que pueda deberse por el intenso ataque del hongo *Fusarium semitectum*, o por la carencia de flores masculinas.

Por su parte, Labarca *et al.* (2008), reportan que en la plantación de 4 años de edad de Palmeras el Alamo se consiguieron una correlación positiva y altamente significativa entre la precipitación, el número de IMA y el número de IFA. Así el número de IMA vario de 1 a 7 cuando la precipitación aumento de 7 mm en el mes de diciembre a 73mm en el mes de enero y este número comenzó a disminuir cuando la precipitación bajó de 143mm en abril a 41mm en mayo, en el caso de la plantación de 7 años de edad en Palmeras Diana no se consiguió correlación significativa entre las variables climáticas y las reproductivas; sin embargo, registraron un aumento de IFA de un mes a otro, cuando la precipitación varió de 88,2 mm en el mes de febrero a 166, 9 mm en el mes de marzo, asimismo el mayor número de IFA (13 inflorescencias) coincidió con uno de los valores más altos de precipitación (459,9mm). Esta situación fue similar en Palmeras el Puerto de 6 años de edad tampoco se consiguió asociación entre las variables climáticas y las reproductivas.



### 2.2.9. Inflorescencias femeninas y los insectos polinizadores

Genty *et al.* (1986), destacan que en muchas palmáceas, la flor femenina en antesis emite una alta temperatura que llega a su máximo, precisamente en el momento de mayor receptividad. Esa emisión de calor ha sido medida y muestra de 8 a 10°C por encima de la temperatura ambiental, teniendo como objeto la vaporización de sustancias químicas oloríferas que asemejan el olor a anís que tiene el polen de las flores masculinas.

Por su parte, Kevan *et al.* (1986), reportan que el número de insectos que visitaron a una inflorescencia femenina en antesis fue aproximadamente 1/15 de los que frecuentaron las inflorescencias del otro sexo. Así también, Chinchilla (1988), afirma que hay menor porcentaje de polinizadores en las inflorescencias femeninas que en las masculinas. Sin embargo, Labarca (2007), resalta que está marcada diferencia entre la cantidad de polinizadores encontrados en las IMA y en las IFA puede deberse a que es más difícil capturar a los insectos en las trampas, mencionando que colocó trampas en inflorescencias femeninas cuyo estado de receptividad no era el más atractivo para los insectos.

Por otro lado, Labarca (2007), reportó que entre el número de IFA registrado y el número de *E. kamerunicus*, no se consiguió una asociación significativa; sin embargo, sus valores máximos coincidieron. Con respecto a la especie *E. subvittatus*, si hubo correlación significativa entre ésta y el número de IFA. Asimismo, Labarca *et al.* (2008), encontraron correlaciones significativas indicando que cuanto mayor sea el número de IFA en el campo, mayor será también la cantidad de polinizadores en ellas. Aunado a esto, Bulgarelli *et al.* (2002), mencionan que el efecto de una mayor cantidad de precipitación y una buena distribución se asocia con una mayor diferenciación sexual hacia las IF, lo cual ocurre dos años antes del periodo de antesis.

### 2.2.10. Importancia del olor de las flores en la atracción de los insectos polinizadores

Entre los insectos polinizadores de las flores existe una asociación mutualista mediado por el olor, color y valor nutricional del néctar y polen. Las sustancias volátiles de las flores todavía pueden inducir a las conductas complejas de ciertas especies de insectos. En mucha especies de plantas el olor máximo está en concordancia cuando el polen está maduro. Varias son las sustancias aromáticas presentes en las flores como los alcoholes, acetonas y ésteres (Harbone, 1982).

Hussein *et al.* (1989), menciona, de las inflorescencias masculinas y femeninas del genero *Elaeis* (Arecaceae) liberan un semioquímico llamado estragol compuesto volátil, encontrado también en plantas de *Pimpinella anisum*, *Illieium venun* e *Cycas revoluta* atraen a polinizadores principalmente a coleópteros de la familia curculionidae e Nitidulidos. El insecto polinizador de *E. kamerunicus* son atraídos en campo por concentraciones de estragol entre 150 a 200 microlitros.

Da Silva (2011), revela que las inflorescencias de tenera, caiaué e HEI, presentan estragol, conocido como 1 – methoxy – 4-2- (propenil), benzeno, chavicol o 4-allylanisole. Asimismo, a mayor cantidad de estragol liberado por las teneras se explica una mayor atracción de los polinizadores.

Lacerda (2008), menciona que la frecuencia reducida de los polinizadores en las inflorescencias del híbrido interespecifico posiblemente se deba a la baja concentración de estragole (4-allylanisole), indicando que posiblemente, ese componente del químico está ausente en el árbol de palma americana (*Elaeis oleífera*), ya que sus inflorescencias atraen a pocos insectos polinizadores. Es así que el se da el cruce de *Elaeis guineensis* x *Elaeis oleífera*, resultando el híbrido interespecifico, los semioquímicos de este último son bajos al haber sido alterado por el cruzamiento y por consiguiente las bajas visitas de los agentes polinizadores y por ende requiere un alto manejo en cuanto a polinización asistida.

### 2.3. Definición de términos básicos

**Antesis:** Periodo de florescencia o floración de las plantas con flores; estrictamente, es el tiempo de expansión de una flor hasta que está completamente desarrollada y en estado funcional, durante el cual ocurre el proceso de polinización (Raygada, 2005).

**Bráctea:** Hoja que nace del pedúnculo de las flores de ciertas plantas y suele diferir de la hoja verdadera por la forma, la consistencia y el color (Cenipalma, 2010).

**Estigma:** Parte del carpelo diferenciado, situada en su extremo libre y destinada a recibir el polen (Cenipalma, 2010).

**Pecíolo:** Estructura que sostiene las hojas de los vegetales y los une al tallo (Cenipalma, 2010).

**Pedúnculo:** Parte de la flor que, como continuación del receptáculo floral, la une al tallo (Cenipalma, 2010).

**Proterandro (dra).** Dicho de una planta o de una flor dicogama en la que los estambres maduran y el polen está formado antes de que el estigma sea apto para recibirlo, lo que evita la autopolinización (Cenipalma, 2010).

**IMA:** Inflorescencia masculina en antesis (Labarca, 2007).

**IFA:** Inflorescencia femenina en antesis (Labarca, 2009).

**IFP:** Inflorescencias femeninas polinizadas (Labarca, 2009)

**IMP:** Inflorescencias masculinas pasada (Labarca, 2007)

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

- Existe diferentes especies de insectos polinizadores con fluctuaciones poblacionales variables en palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en el Distrito de Campo Verde, Región Ucayali.

### **2.4.2. Hipótesis específicos**

- Existe diferentes especies de insectos polinizadores que predominan en la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el Distrito de Campo Verde, región Ucayali-2014, en cantidades variables.
- La fluctuación poblacional de los principales especies de insectos polinizadores en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el Distrito de Campo Verde es variable.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Variable independiente:**

- N° de inflorescencias femeninas antes/mes
- N° de inflorescencias masculinas en 80% de antes/ mes

### **2.5.2. Variable dependiente:**

- Identificación poblacional de insectos polinizadores
- fluctuación poblacional de insectos polinizadores
- Número de insecto por IMA/mes
- Número de insectos por IFA/mes

### **2.5.3. Variables intervinientes**

- Temperatura promedio mensual
- Precipitación mensual

## **CAPÍTULO III**

### **4. METODOLOGIA**

#### **3.1 Tipo y nivel de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

La investigación por su naturaleza es aplicada, según (Velazco *et al.*, 2013), porque se requirió conocimientos entomológicos como el uso de la taxonomía insectil, conocimientos básicos que aplicaron Chinchilla y Richardson (1990) y Labarca (2007).

##### **3.1.2. Nivel de investigación**

Es de carácter descriptivo y correlacional, según (Hernández *et al.*, 2010; Bernal, 2006; Tamayo y Tamayo, 1994). Por ello, se identificó a los insectos nativos e introducidos. Asimismo, se cuantificó el número total de inflorescencias mensuales, en ellas se contabilizó los insectos, estas variables se correlacionaron con la precipitación y temperatura para conocer su fluctuación poblacional de estos polinizadores.

#### **3.3. Método de la investigación**

##### **3.3.1 Ubicación del estudio**

El estudio se realizó en el fundo “El Refugio” de la empresa privada Palmagro SAC, con coordenadas UTM 526001:9059987 en el marco del Proyecto “Estandarización de la tecnología de polinización asistida, como estrategia para el

incremento de la productividad en el Cultivo de Palma Aceitera, en la Región Ucayali” aprobado por el FINCyt.

Los estudios previos se realizaron de enero a marzo del 2014, con el propósito de familiarizarse con la fenología reproductiva de la palma.

La recolección de datos inició en abril hasta setiembre de 2014.

### **Superficie y topografía del fundo**

El Fundo “El Refugio”, ubicado en la Región Ucayali, Provincia Coronel Pedro Portillo, Distrito Campo Verde. El fundo cuenta con una extensión de 1 500 hectáreas, y tiene como monocultivo a la palma aceitera con 340 hectáreas instaladas, de las cuales 204 están en producción.

#### **A. Características climatológicas y edáficas**

De acuerdo con datos tomados de la estación meteorológica de la empresa, la que se encuentra ubicada en la plantación, la zona muestra un clima tropical cálido todo el año, con precipitaciones entre 1 329 y 1 612 (mm/año) y temperaturas que van desde los 22 °C hasta 33° C, con un ultisol de textura franco – arenoso. Este fundo cuenta con terrenos planos de 0 a 3% de pendiente.

#### **B. Material genético**

El material genético para los muestreos fue Deli x Lamè, de siete años de edad. Se trabajó con éste material genético, debido a que se encuentra instalado en mayor cantidad en el Distrito de Campo Verde, dado que según su ficha técnica debería presentar 3 aspectos fundamentales: (i) La fertilización de flores debería ser de 90%, (ii) la productividad debería ser 20 t /RFF es decir 180 Kg/planta en 1 ha/año y (iii) tener 80% de uniformidad en los frutos (Palmagro, 2013).

#### **C. Características de las parcelas**

El sector I de las campaña 2007, cuentan con 125 ha de palma aceitera, distribuido en 5 parcelas (lotes) cada uno con 25 ha, cerca de ellas se encuentra

un campamento agrícola. El diseño parcelario es peruano y están codificados por letras y números, cada parcela presenta una letra mayúscula seguida de un número. Por ejemplo: Parcela 1 se nombró A1. Cabe acotar, que una parcela de 25 ha, esta conformada con 130 líneas, cada línea cuenta con 28 plantas y 143 plantas por hectárea ya que un promedio de cinco líneas corresponden a una hectárea, las líneas están numeradas correlativamente de oeste a este desde la línea uno hasta la 130. El ancho de cada parcela es de 250 m y de largo tiene 1 000 m. El sistema de siembra es tresbolillo, cuyas medidas es de 9 m entre planta y 9 m entre líneas. Todas las parcelas están rodeadas por carretera, excepto las que colindan con terrenos vecinos.

#### **D. Tecnología de manejo**

Es de media a alta, pues posee un cronograma establecido y proyectado en temas de nutrición de las palmas durante el año, lo que involucra actividades de análisis de suelos, foliares, podas, fumigación y control de plagas. La empresa realizó la fertilización de las plantas aplicando productos como son roca fosfórica, cloruro de potasio, sal agrícola, kieserita, dolomita, ácido bórico (Palmagro, 2013).

#### **3.2.2. Selección de subparcelas**

En la investigación se inició con la selección de tres subparcelas homogéneas ubicadas al inicio, medio y término del sector I, Campaña de siembra 2007 (figura 34 del anexo). Las subparcelas mencionadas fueron instaladas hace 7 años, presentando actualmente similitud en su producción de RFF, puesto que reciben el mismo manejo de fertilización, podas, control de plagas y malezas (Palmagro, 2013). Para esta selección subparcelar se tuvo en cuenta la homogeneidad de factores como el tipo de suelo, topografía, edad del cultivo, arquitectura y estructura del cultivo.

Las características de las tres subparcelas, se muestran a continuación:

##### **a) Subparcela A1**

Subparcela A1, comprende 4.23 hectáreas esta superficie fue quemada accidentalmente, el suelo predominante es una textura franco. La A1 inicia en la línea 55 y termina en la línea 76 comprende un total de 22 líneas. En esta superficie se seleccionó 15 palmas en distintas líneas.

### **b) Subparcela A3**

La subparcela A3, comprendió 3.65 hectáreas esta superficie no fue quemada, el suelo que predominante es de textura franco. La A3 inicio en la línea 101 y terminó en la línea 119 comprendiendo un total de 19 líneas. Se seleccionó 15 palmas en distintas líneas.

### **c) Subparcela A5**

La subparcela A5, comprende 4.03 hectáreas que fueron pastizales. La A5 inició en la línea 8 y terminó en la línea 28 comprendiendo un total de 21 líneas, en las que también se seleccionó 15 palmas.

Se codificó todas las plantas seleccionadas en las subparcelas, cada uno se identificó con un código conformado de la siguiente manera: A5= Subparcela 1, L8 = Línea 8 y P8 = palma 8 (ejemplo: En la subparcela 5, línea 8 se encuentra la planta 8 tendrá el código A5L8P8). Se registró el código de las plantas en matrices para el levantamiento de información en campo.

### **3.2.3. Ensayos preliminares**

Al inicio del estudio (enero a marzo de 2014) se realizó estudios previos como:

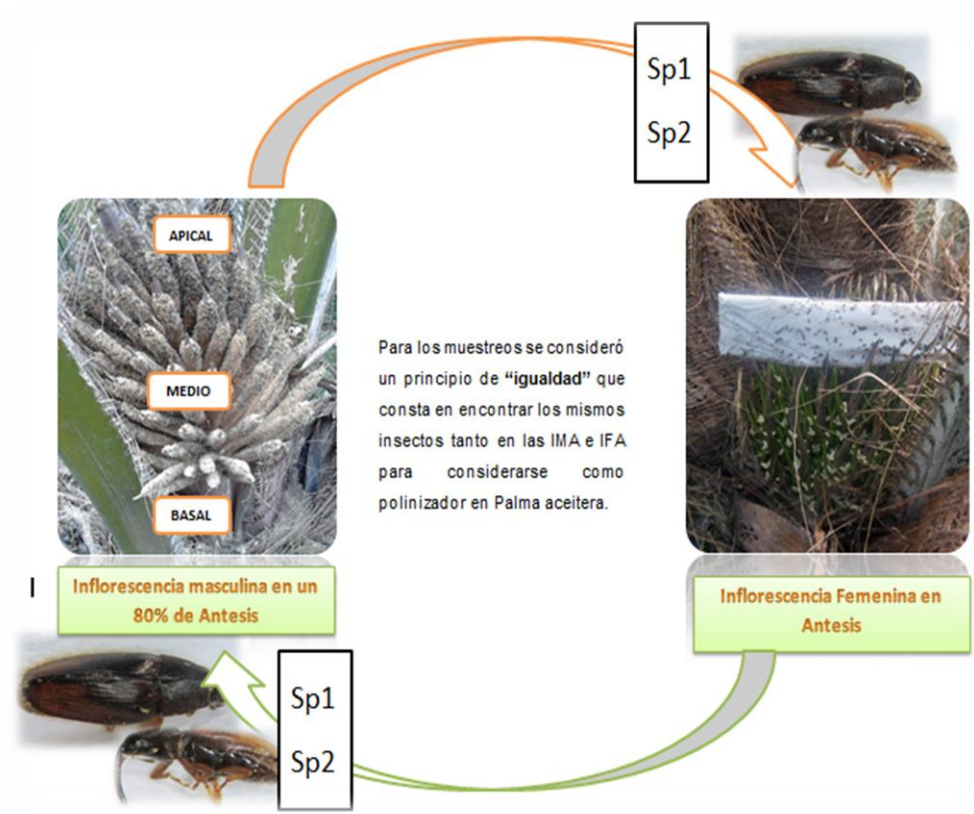
- El reconocimiento del desarrollo fenológico de las inflorescencias masculinas y femeninas para observar el estado adecuado para el muestreo. Asimismo, en gabinete se validaron las matrices para el registro de polinizadores recolectados en estas inflorescencias.



- Usar trampas de tamaños diferentes de color amarillo impregnadas con cantidades diferentes de vaselina sin olór. Las IFA fueron visitadas a partir de las 6:30 am hasta las 4:00 pm, en este horario se simularon muestreos diarios o interdiario en 45 palmas utilizando una escalera de aluminio para escalar a las plantas.

– Previos ajustes para el muestreo de los insectos polinizadores en:

1. Inflorescencias femeninas en antesis - IFA
2. Inflorescencias masculinas en antesis - IMA



FUENTE: Elaboración propia

**Figura 09.** Fundamento del muestreo de polinizadores

Considerando que ambas inflorescencias exhalan un semioquímico de composición 4-allylanisole conocido como estragol que atrae a los insectos desde las IMA hasta las IFA (Huseein *et al.*, 1989; Lacerda *et al.*, 2008 y Da Silva 2011). El principio de muestreo de polinizadores en inflorescencias se basó en encontrar los mismo especímenes tanto en IMA (Insectos recolectados en las espigas tercios) e IFA (Insectos capturado en trampas pegantes), indicando que hay un traslado del polen de las IMA hacia las IFA (figura 09).

### **3.2.4. Ejecución del estudio**

#### **1. Muestreo de los insectos polinizadores en IFA**

##### **A. Confección de trampas**

- Se confeccionó trampas para la captura de los insectos polinizadores en las inflorescencias femeninas, para esto se usó cartulina dúplex color blanco la cual fue forrada con plástico blanco.
- Las trampas diseñadas tenían las siguientes dimensiones: 5 cm de ancho y 30 cm de largo. De esta forma, las trampas antes de ser utilizadas se dividieron con un plumón indeleble en 6 cuadrantes iguales de 5 cm cada uno. De la misma forma, se confeccionó celofán transparente de las siguientes dimensiones 5 cm de ancho y 30 cm de largo.

##### **B. Colocación de la trampa**

- Pisando los peciolos de hojas podadas fijadas en el tallo, se subió a todas las palmas para poder visualizar y ubicar las Inflorescencias femeninas en Pre anthesis (IFPA). Asimismo, utilizando un pincel mediano se impregnó toda el área de la trampa con goma pegante sin olór y resistente a lluvias “Temo o Cid”.
- Estas trampas anticipadas fueron colocadas en las raquillas cuando las brácteas de todas las IFPA se rajaron y estas quedaron expuestas y visibles. En este estado fenológico se descartó a todos los insectos que no son polinizadores ya que la inflorescencia no emite el olór semejante al anís. Asimismo, se colocó las trampas en este estado con el propósito de ocupar todo el periodo de inició y terminó de la anthesis femenina (IFA), así capturar a los verdaderos insectos polinizadores.

Por último, se anotó los códigos de las palmas donde se encontraban las IFPA con sus respectivas las trampas anticipadas con fecha y hora de colocación.

### **C. Visita a las inflorescencias**

- Se realizó visitas diarias a interdiarias a todas las inflorescencias femeninas en pre antesis para asegurar que se encuentren con las trampas anticipadas, para esto se trepó a las palmas donde estas se ubicaban, también aprovechando para observar si los lobulos estigmáticos estaban abiertos y diferenciados por su color crema indicativo del inicio de antesis femenina”, etapa donde emite olor anis el cual atrae a los polinizadores.
- Los días de visita dependían del número de plantas que tenían disponible al menos una IFPA, las visitas se realizaron entre las 7:30 am hasta 2:00 pm debido al recorrido que se realiza hasta llegar de una a otra subparcela.
- Al encontrar una inflorescencia femenina en antesis se dejo la trampa en ella durante todo el periodo de su receptividad (anotando la fecha, hora de inicio de receptividad al envez de la trampa). Apartir de este estado receptivo se realizó a diario todo tipo de observaciones con respecto a los horarios de llegada de los polinizadores en días soleados y de lluvias en IFA.

### **D. Retiro de las trampas**

- Se procedió a trepar las palmas con el propósito de observar si los estigmas adquirían un color oscuro vino, color indicador cuando las flores dejan de ser receptivas “final de antesis femenina” sin ser llamativas para los polinizadores al no emitir el característico olór a anís.
- Cumplido el período de antesis (receptividad) se retiró la trampa ubicada en la inflorescencia femenina polinizada (IFP), se utilizó celofán transparente para cubrir la trampa con la finalidad que no se dañen los insectos o la trampa se pegue con otros objetos, se codificó datos como: el día, hora colocada y retiro del mismo, estas fueron guardados en la mochila de campo y se llevaron a gabinete.

## **E. Acondicionamiento de las trampas**

- Todas las trampas procedentes de campo se colocaron en bolsas de polietileno separadas por cartones evitando que se peguen entre sí.
- Los códigos de las trampas fueron copiadas en un diario de tesis para poder llevar un control del número de IFA que se muestrearon durante el mes.
- Las bolsas fueron selladas y codificadas con el nombre del mes y el número de trampas que contenía, luego se procedió a llevar las bolsas a la refrigeradora para conservar las muestras de insectos evitando su putrefacción y a futuro poder diferenciar en el estereoscopio las características morfológicas peculiares de cada insecto para posteriormente identificarlo y cuantificarlos.

## **F. Identificación preliminar de los insectos**

- Las trampas con los insectos capturados de las IFA se trasladaron al laboratorio de entomología de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (**UNIA**).
- Para la identificación y cuantificación preliminar se utilizaron estereoscopios (CARL ZEISS, 475002 West Germany) para observar y describir las características morfológicas peculiares de cada insecto. Estas observaciones fueron complementadas con referencias bibliográficas y fotografías que mostraban la estructura morfológica de los principales insectos polinizadores. Cabe recalcar que no se utilizó claves taxonómicas.
- Asimismo, se procedió a dibujar a colores todas las características observadas de los especímenes que solo fueron capturados durante el período de antesis de la inflorescencia femenina.

## **G. Cuantificación de los insectos**

- Con la intención de agilizar el proceso de cuantificación de insectos en todas trampas, solo se muestrearon los cuadrantes C1, C3, C4 y C6 de las trampas utilizadas en las IFA, obteniendo un promedio de estos cuadrantes, este promedio se multiplicó por el número total de cuadrantes para obtener el total de insectos dentro de 5 cm de ancho x 30 cm de largo de la trampa.
- Dentro de los cuadrantes muestreados, se pintó con un lapicero mini cuadrantes, para facilitar la cuantificación.
- Los insectos que cayeron en las líneas de división de los 6 cuadrantes fueron movidos al cuadrante de muestreo más cercano para no favorecer a ninguna especie.
- Una vez identificados los insectos utilizando un estilete se procedió a separar y cuantificarlos por especie. Los cuales fueron separados en áreas del cuadrante de la trampa que se estuviera muestreando con el propósito de no confundirse y volver a contar los mismos individuos.

## **H. Confirmación de la identificación preliminar**

- Para confirmar la identificación preliminar se utilizó, referencias bibliográficas de los mismos insectos identificados en otros países, claves especiales de identificación y la experiencia de un profesional del SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria). Para esto se recolectaron insectos de las subparcelas provenientes de IMA los cuales fueron conservados en alcohol de 70°. Los insectos fueron acondicionados efectuando preparaciones microscópicas para su observación en estereoscopio y posteriormente se tomaron fotos de todas las características peculiares para ser comparados con imágenes de los mismos insectos ya identificados en otros países.

## **2. Muestreo de los insectos polinizadores en IMA**

### **A. Localización de IMPA**

- En las plantas seleccionadas para el muestreo se procedió a ubicar a todas las inflorescencias masculinas en pre antesis (IMPA), se anotó la fecha, hora y código de la palma donde fueron visualizadas, los registros de estos datos permitieron anticipar el inicio de antesis. De este modo, se puso énfasis a todas las inflorescencias masculinas en pre antesis hasta visualizar las primeras flores en brotación, considerándose “inicio de antesis 1%” esto con el propósito de llevar un control continuo de toda este estado hasta observar una floración en 80% instante donde se realizó la disección de las espigas de todas las inflorescencias masculinas en 80% de antesis con presencia polinizadores.

### **B. Muestreo de IMA**

- Se realizó observaciones de las inflorescencias masculinas desde el inicio de la floración 1% hasta 80% de floración “antesis” este periodo se visualizó si en inicio o a mediados de llenado de las espigas con las flores aparecían otros insectos polinizadores o no polinizadores. Se observó el comportamiento de los insectos polinizadores en las inflorescencias masculinas en 80% de antesis en días soleados y lluviosos, considerando la hora de actividad del polinizador a las 8:00 am hasta 12:00 pm (Prada et al., 1998; Labarca, 2007; Da Silva, 2011) para observar si las IMPA e IFPA iniciaron su antesis se realizo visitas a las inflorescencias masculinas y femeninas de 1:00 pm hasta las 4:00 pm, considerando durante todo este tiempo la precipitación y por ende la accesibilidad de las carreteras hacia las parcelas.

### **C. Disección de las espigas de las IMA**

- Se realizó la disección de las espigas de IMA en 80% de antesis sin considerar orientaciones en la inflorescencia se ubicaron dos espiguillas de la parte apical, media y basal conteniendo a los insectos polinizadores. Las muestras de las espiguillas fueron recolectadas en bolsas de polietileno de 12 cm largo x 6 cm de ancho, las espiguillas fueron cortadas usando tijeras podadoras manuales bien afiladas. En cada muestreo de las IMA se diseccionaron dos espigas de cada tercio de la inflorescencia (A: apical, M: medio y B: basal), se codificaron cada tercio y cada bolsa fue sellada para evitar que los polinizadores se junten.
- Además, todas las seis espigas fueron selladas y etiquetadas en una sola bolsa con los siguientes datos: código de la palma, fecha y hora de visualización de las primeras flores “1% de antesis”, así también fecha y hora de disección de las espigas “80% de antesis”.

#### **D. Muerte de los insectos polinizadores provenientes de las IMA**

- Las muestras de las espigas embolsadas fueron llevadas a la ciudad de Pucallpa al Laboratorio de Entomología de la UNIA y conservadas a temperatura (-4 °C) para dar muerte a los insectos y evitar su descomposición.

#### **E. Preparación de la solución glicerina al 30%**

Para preservar temporalmente las muestras se preparó solución glicerina al 10%. En un litro de alcohol de 70° con agua destilada, se añadió 10 ml de glicerina.

#### **F. Acondicionamiento de los insectos polinizadores**

- Considerando el orden de codificación de las bolsas para evitar que las muestras se juntasen. Se procedió a acondicionar a los insectos de las espigas del tercio apical, medio y basal de una inflorescencia masculina recolectado en un 80% de antesis. Los insectos encontrados fueron conservados en frascos pequeños (viales) con solución glicerina al 10%, cada



frasco se codificó con la hora, fecha, tercio de la inflorescencia y código de la palma como fue colectada del campo, es decir que por unidad de inflorescencia masculina se acondicionó 3 viales (Apical, medio y basal). Los viales se colocaron en tapers, de 35 cm de ancho, 20 cm de largo y 9 cm de altura guardados a temperatura (-4 °C).

### **G. Identificación y cuantificación de los insectos de IMA**

- Las viales con los insectos capturados de las IMA se trasladaron al laboratorio de entomología de la **(UNIA)**. Se depositó los insectos en una placa petri de plástico, utilizando un estilete se empezó a retirar todos los insectos que quedaban adheridos al fondo del vial. Para la identificación se utilizaron estereoscopios (CARL ZEISS, 475002 West Germany) para observar mejor las características corporales se utilizó un estilete para maniobrar los insectos, así poder describir las características morfológicas. Se contabilizó al polinizador menos abundante el cual fue separado para evitar confundirse con otros insectos. Asimismo, se procedió a contabilizar el insecto polinizador más abundante.

### **H. Número total espigas en las IMA**

- Un mes después de la disección de las espigas de las IMA de manera complementaria se visitó todas las inflorescencias masculinas pasadas sin presencia de insectos con la finalidad de contar el número total de espigas con las que cuentan las inflorescencias masculinas de palmas de siete años de edad.

### **I. Cálculo del número total de insectos por IMA**

- Al haber contabilizado el número promedio de insectos que hay en las espigas las espigas de los tercios (apical, medio y basal), y el número promedio de espigas con las que cuenta una inflorescencia, se calculó el total de insectos presentes en una IMA en 80% de antesis.

## **J. Estimación de los días de congregación de los polinizadores**

- Los días de congregación se estimaron con las fechas y horas desde el 1% de foración hasta la observación de un 80% de floración en las IMA, considerando todas las observaciones realizadas en el periodo de “antesis masculina”, puesto que los insectos se congregan en las espigas cuando las flores exhalan el semioquímico estragol “anís” y se retiran cuando estas dejan de producir polen.

## **K. Registro de los insectos polinizadores de las IFA e IMA**

- Posteriormente los datos obtenidos de identificación y cuantificación se registró la cantidad de especies polinizadoras y el número de individuos por especie de las trampas y espigas, el número de individuos fue registrado en tablas diseñados en hojas de Microsoft Excel.

## **L. Registro de variables climatológicas**

- Los horarios de registro de datos de temperatura fueron a las 6:00 am, 12:00 pm y 6:00 pm, todos los días. Se utilizó un termómetro digital de marca Vantage pro2.
- La precipitación se registró utilizando una probeta de 250 ml para medir la cantidad de agua caída. Se anotó la fecha, hora de inicio y término de la precipitación, todos estos datos fueron procesados en un formato de registro de variables climatológicas diseñado para el estudio.

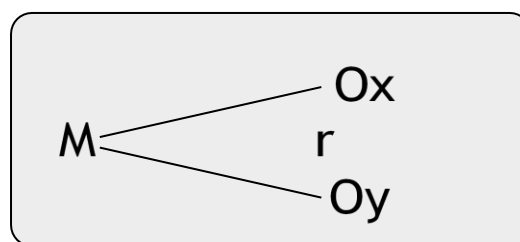
## **M. Síntesis y procesamiento de datos levantados en campo**

- Los datos registrados en campo como fechas, horas de muestreo, número de inflorescencias masculinas y femeninas en antesis, número de polinizadores, precipitación y temperatura mensual fueron digitadas en hojas del Microsoft Excel 2010, formando así una base de datos sólida para el procesamiento ordenado entre las variables independientes, dependientes e intervinientes,

este orden permitió realizar correlaciones estadísticas entre las variables usando el software IBM SPSS Statistics 22, los resultados obtenidos se analizaron interpretando el coeficiente de correlación de Pearson al 5% de probabilidad. De esta manera, los datos mensuales permitieron obtener la fluctuación poblacional explicándolos en gráficos de barras de doble entrada para plasmar la correlación entre dos variables.

### 3.3. Diseño de la investigación

En la figura 10, se muestra que el diseño de la investigación fue de tipo no experimental descriptivo y explicativo (Velazco *et al.*, 2013). Con el fin de cumplir los objetivos del estudio se describió y relacionó la precipitación (mm) y temperatura (°C) con los insectos polinizadores en seis meses del año.



**Figura 10.** Diseño del estudio

**Dónde:**

**M** = Muestras de palmas 45 plantas.

**O** = Parcela de palma aceitera en condiciones naturales

**X** = Parcela en condiciones naturales

**y** = Fluctuación poblacional de los insectos polinizadores

**r** = Relación que existe en la parcela en condiciones naturales (Ox), con la fluctuación poblacional de los insectos polinizadores (Oy)

### 3.4. Población y muestra

3.4.1. **Población** : N=10725 plantas en tres lotes de 25 ha cada uno.

3.4.2. **Muestra** : Son 45 plantas, con 15 palmas distribuidas por subparcela.

Se consideró un nivel de confianza de 95% y un grado de error de 5% en la fórmula de la muestra. La proporción de palmas que cuentan con las características deseables es decir con presencia de polinizadores fue de 0.5, puesto que no se cuenta con datos históricos o datos determinantes de una muestra piloto en las parcelas de la empresa Privada Palmagro S.A.C.

**Se aplicó la fórmula de la muestra para población finita:**

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

- Nivel de confianza (Z) :1.96
  - Error muestral (e) :0.05
  - Universo (N) :10 725
  - Probabilidad de ocurrencia (p) :0.5
  - Probabilidad de no ocurrencia (q) :0.5
- Se obtuvo n = 371 plantas, considerándose sólo el 12%, es decir n=45 plantas, debido al tiempo y espacio considerados como limitaciones del estudio.

### 3.5. Descripción de técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### A. Técnica de recolección de datos

- La técnica fue de clase directa, porque se recogió información de campo mediante recorridos diarios o interdiarios en las que se realizó observaciones a las inflorescencias con presencia de insectos polinizadores disponibles en las plantas marcadas para el estudio.

#### B. Instrumentos de recolección de datos

- Se registró las fechas de los estados fenológicos de todas las inflorescencias masculinas y femeninas para su posterior muestreo de polinizadores para esto se aplicó una matriz para el levantamiento de información fenológica en campo

(cuadro 13 del anexo). Esta información, se utilizó en gabinete para proyectar fechas y horarios de visitas a las inflorescencias tendentes a entrar en antesis. Así, de las inflorescencias que se hallaron en antesis se recogieron datos como: los horarios de llegada de los polinizadores a las inflorescencias. Después de los muestreos en gabinete se aplicó formatos para el registro de todos los polinizadores identificados y contados (cuadro 14 y 15 del anexo). Paralelo a los muestreos, se aplicó formatos para el registro de la precipitación y temperatura (cuadro 16 y 17 del anexo), con el fin de cumplir los objetivos del estudio.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Número total de insectos polinizadores encontrados en IMA e IFA

El cuadro 01, muestra que el mayor número de insectos polinizadores capturados en los seis meses de muestreo pertenecieron a dos especies como principales polinizadores del orden Coleoptera, familia curculionidae del género *Elaeidobius*, sin embargo se capturó a otros ordenes en 0.5% pertenecientes a los coleóptera (Nitidulidae) y (Hymenopteras: Apidae).

**Cuadro 01.** Distribución de polinizadores directos e indirectos

Familia	Especie	IMA		IFA		TOTAL	
		Nº	%	Nº	%	Nº insectos	%
Curculionidae	<i>E. kamerunicus</i>	124527	86.79	224 219	91.49	348 746	89.76
Curculionidae	<i>E. Subvittatus</i>	18 187	12.68	19 716	8.05	37 903	9.73
Nitidulidae	<i>Microporum</i> sp	716	0.50	1 134	0.46	1 850	0.48
Apidae	<i>Apis</i> sp	20	0.01	0	0	20	0
Apidae	<i>Melipona</i> sp	23	0.02	0	0	23	0
<b>Σ Total</b>		<b>143 473</b>		<b>245 069</b>		<b>388 542</b>	<b>100</b>

**Presencia de polinizadores en las IMA:** Un total de 131 IMA fueron recolectadas, obteniendo un 86.79 % de la especie *E. kamerunicus* (Figura 17), seguido por 12.68 % de *E. subvittatus* (Figura 18), éste último considerado en Perú, Tocache, como polinizador nativo poco eficiente; de allí la idea de introducir

a *E. kamerunicus* en las plantaciones de palmas del espino y mejorar así la conformación de los racimos (Liceras y Marquez ,1987); por ello, en esta investigación al comparar el porcentaje de *E. subvittatus* con el de *E. kamerunicus* se observa que la población de este último es mayor, esto posiblemente debido a que este polinizador se estableció rápidamente después de su introducción ocupando el nicho ecológico de *E. subvittatus*.

También se capturaron 716 ejemplares de *Microporum* sp, expresados en 0.50%, aun cuando este porcentaje es bajo es importante considerarlo, porque Genty *et al.* (1986), destacan que *Microsporum congelenses* (Coleoptera: Nitidulidae) nativo de África, fue anteriormente un insecto polinizador importante en Madagascar donde éste logró una polinización menor al 50 % de los frutos. De la misma forma, Hala *et al.* (2012), lo reportan nuevamente en África oriental, indicando que estuvo presente en inflorescencias masculinas y femeninas en antesis como se reportó en esta investigación, razón por la cual se supone que cumple cierta acción polinizadora. Es importante señalar que en el estudio *Microporum* sp, se encontró en inflorescencias masculinas pasadas sin olor anís, ni producción de polen, deduciendo que este insecto posiblemente es un “polinizador indirecto”, por realizar alguna actividad a nivel de las flores (Genty *et al.*, 1986), bien sea atraídos por exudaciones con olor a descompuestos, que empiezan a emitirse en las espigas basales.

Finalmente, se contaron un total de 20 individuos de la especie *Apis* sp y 23 individuos de la especie *Melipona* sp, expresados en 0.01% y 0.02%, respectivamente. Por su parte, Hartley (1986) indica que estas abejas transportan grandes cantidades de polen que recogen para la alimentación de sus estados larvales, liberando durante su vuelo grandes montos en el aire contribuyendo a la polinización, por ello, estas Hymenopteras, fueron considerados como polinizadores indirectos, pues únicamente se posan en las flores masculinas en plena antesis, mientras que en las inflorescencias femeninas el primer día de antesis es clave para poder observarlos sobrevolando sin tener contacto directo con los estigmas (Hala *et al.*, 2012).

**Presencia de polinizadores en las IFA:** Se localizaron en campo un total de 205 IFA, en ellas también se observó un porcentaje mayor en *E. kamerunicus* con un 91.49% en comparación con *E. subvittatus* con 8.05%, siendo la especie *E. kamerunicus* el polinizador más eficiente. Estos resultados coinciden con Prada *et al.* (1998), quien estudió la efectividad de estas especies, contabilizando en promedio 3 864 individuos de *E. kamerunicus* y 71 individuos de *E. subvittatus* en un día de antesis, esta situación revela que el primero vuela en mayor cantidad hacia las IFA para fecundarlas.

#### 4.2. Identificación de los principales polinizadores

**Cuadro 02.-** Características resaltantes de los principales polinizadores identificados.

Especies	Características
<i>Elaeidobius kamerunicus</i>	Color negro, con 2 a 4 marcas subapicales, nítidos de amarillento a rojizo y dos marcas basales sobre los élitros, cuerpo de con presencia de setas.
<i>Elaeidobius subvittatus</i>	Color marrón pálido dorado, un par de rayas, alargadas, angostas, submedianas sobre los élitros, cuerpo, con ausencia de setas.

***Elaeidobius kamerunicus* FAUST (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE):** el macho presenta una nítida franja marginal de una seta dorada, curva, larga y una similar, línea de setas sutural erectas en la mitad posterior, detrás de un par de muy grandes, fascículos sutúrales, erectos, marrón rojizos justo detrás del tercio apical. Por otro lado, la hembra es pequeña con respecto al tamaño del macho y no presenta las setas en el cuerpo (Figura 17).

***Elaeidobius subvittatus* FAUST (COLEÓPTERA: CURCULIONIDAE):** presenta un pronotum color negro a marrón, con un par de marcas negras, alargadas,

anchas y submedianas. El macho tiene estrictamente dimorfismo sexual y puede ser fácilmente reconocido por la presencia de un proceso espatulado amplio producido en la parte anterior, entre el frente de la coxa lo cual corrobora (W. O'Brien and R. E. Woodruff, 1986) (Figura 18).

#### 4.3. Número promedio de *Elaeidobius* por inflorescencia masculina en antesis (IMA)

**Cuadro 03.** Valores mínimos y máximos de la población de curculionidos existente en una inflorescencia masculina en antesis (IMA).

Valores	Espigas (IMP)	IMA			Días de congregación
		E.kam	E.sub	<i>Elaeidobius</i>	
Mínimo (N°)	96	16 000	1 944	23 375	3
Máximo(N°)	144	295 738	56 914	324 414	12
<b>Promedio</b>	<b>118</b>	<b>109 913</b>	<b>16 069</b>	<b>125 982</b>	<b>6</b>

El cuadro 03, muestra que una inflorescencia masculina de plantas de siete años tienen en promedio 118 espigas, las cuales albergan en promedio 125 982 insectos del género *Elaeidobius*, se deduce que esta población se congrega en promedio seis días en la inflorescencia, dependiendo del inicio de antesis hasta el 80% de floración. Asimismo, Sánchez *et al.* (2004), reportó resultados similares en palmas de nueve años en inflorescencias masculinas entre 75 y 90% de antesis indicando que poblaciones de *E. kamerunicus* oscilaron entre 9 606 y 156 753 individuos, señalando que poblaciones superiores a 58 000 insectos polinizadores afectan la calidad del polen.

#### 4.4. Número promedio de *Elaeidobius* por inflorescencia femenina en antesis (IFA)

**Cuadro 04.** Valores mínimos y máximos de los curculionidos capturados en una inflorescencia femenina en antesis (IFA).



	Trampa IFA	
	<i>E. kamerunicus</i>	<i>E. subvittatus</i>
Mínimo (N°)	2	-
Máximo(N°)	5 066	539
<b>Promedio</b>	<b>1 094</b>	<b>96</b>

El cuadro 04, muestra que las IFA son un indicativo en la que se observó la eficiencia polinizadora; mediante un análisis del número de insectos capturados, se reporta, que en una trampa pegante de 30 cm de largo y 5 cm de ancho, la cual estuvo presente en todo el estado de receptividad de las inflorescencias femeninas, se contabilizó valores mínimos de 2 y máximos de 5 066 individuos para *E. kamerunicus*. *E. subvittatus* muestra que está entre 0 y 539 individuos, respectivamente, estos valores establecen cómo están los niveles poblacionales de insectos polinizadores en una IFA, según Sánchez *et al.* (2004), mencionan que poblaciones disponibles hasta de 1 200 polinizadores por IFA son suficientes para su polinización en la zona de Tumaco, lo que se confirma con los promedios de *E. kamerunicus* 1 094 y 96 *E. subvittatus* individuos capturados en una trampa, afirmando que la cantidad insectil fue suficiente en las IFA de palmas de siete años de edad.

#### Cuadro 05. Distribución mensual de los curculionidos

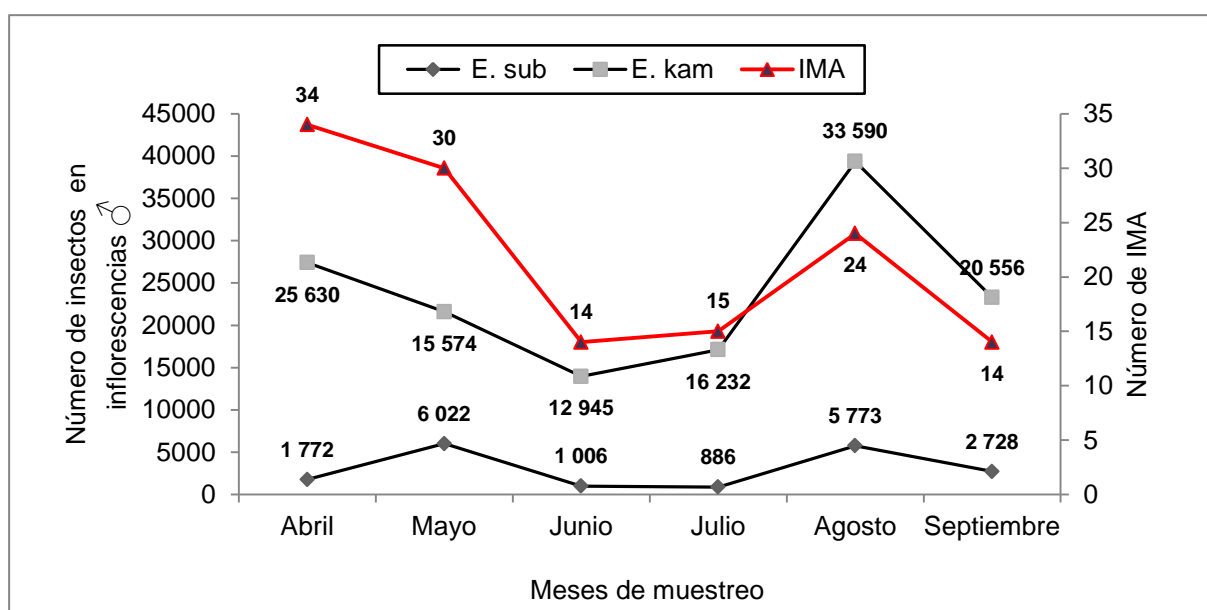
Meses	N°IMA	N° IFA	IMA		IFA		PPT (mm)	Temp (°C)
			E. kam	E. sub	E. kam	E. sub		
Abril	34	35	25 630	1 772	19 495	1 422	183	27
Mayo	30	14	15 574	6 022	8 580	1 200	125	28
Junio	14	24	12 945	1 006	46 745	2 480	113	29
Julio	15	32	16 232	886	66 759	3 795	38	29
Agosto	24	51	33 590	5 773	49 099	4 990	41	27
Septiembre	14	49	20 556	2 728	33 543	5 830	63	27
<b>Totales</b>	<b>131</b>	<b>205</b>	<b>124 527</b>	<b>18 187</b>	<b>224 219</b>	<b>19 716</b>	<b>563</b>	<b>-</b>

El cuadro 05, muestra el número de insectos polinizadores contabilizados en las inflorescencias masculinas y femeninas en antesis, asimismo el registro de las variables climáticas durante seis meses de muestreo.

En las IMA se recolecto 124 572 individuos de la especie *E. kamerunicus* y 18 187 de *E. subvittatus*. Es asi que el número de *E. kamerunicus* supera con 106 400 individuos a *E. subvittatus*.

De la misma forma en las IFA se capturo 224 219 *E. kamerunicus* y 19 716 *E. subvittatus*, notándose que las IFA superan en número de insectos a las IMA por que el número de IFA fue mayor.

#### 4.5. Fluctuación poblacional de polinizadores en IMA



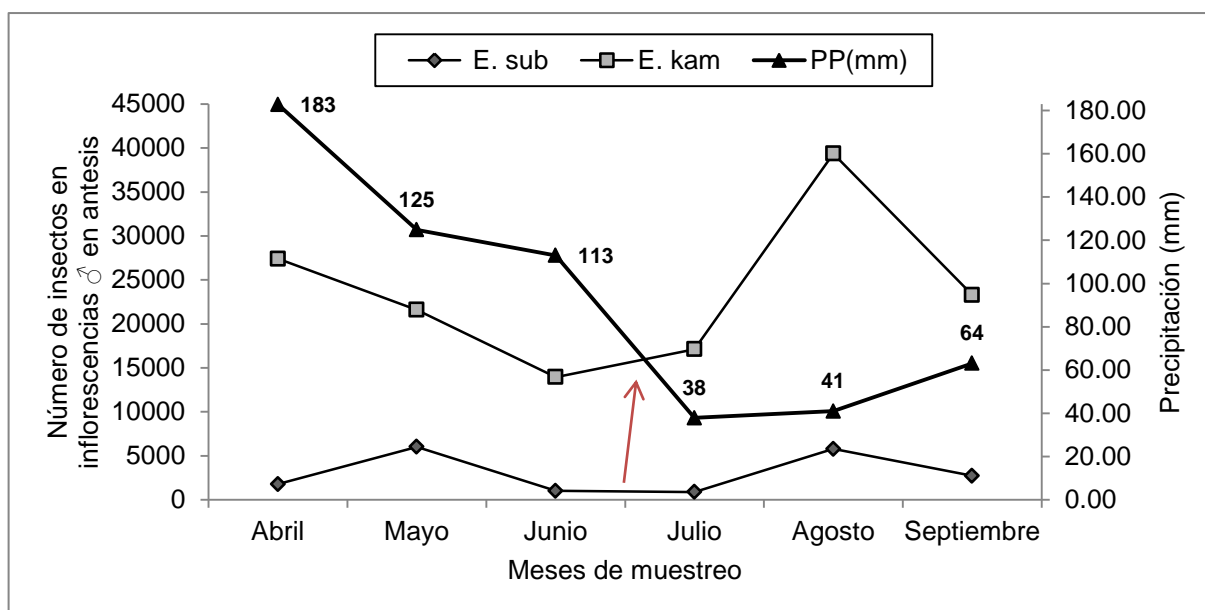
**Figura 11.** Fluctuación poblacional de *E. Kam: Elaeidobius kamerunicus* y *E. sub: Elaeidobius subvittatus* en las inflorescencias masculinas en antesis.

La fluctuación poblacional del insecto polinizador *Elaeidobius kamerunicus* de inflorescencias masculinas en antesis en época seca, inició una declinación poblacional en los meses de junio y julio, presentándose el máximo pico poblacional en agosto, declinando su población en setiembre. En el caso de *Elaeidobius subvittatus*, presentó dos picos poblacionales marcados uno durante mayo y otro en agosto, en los demás meses se registró poblaciones con menor abundancia (Figura 11).

Estos resultados sugieren que los periodos en los que se observaron los máximos picos poblacionales de *E. kamerunicus* y *E. subvittatus*, puede deberse a que en esos meses también se registró los valores máximos disponibles de inflorescencias masculinas en estado de antesis, lo que indica que a medida que aumenta el número de IMA aumenta también el número de insectos polinizadores de las diferentes especies (Labarca, 2007). Por su parte, Bulgarelli *et al.* (2002) indica que estas inflorescencias son la principal fuente de alimento y abrigo de *E. kamerunicus* durante el resto de su ciclo de vida.

### Fluctuación poblacional de los insectos polinizadores de las IMA y las variables climáticas

La figura 12, muestra como influye la precipitación mensual en la fluctuación poblacional de *E. kamerunicus* y *E. subvittatus* capturados en las IFA.

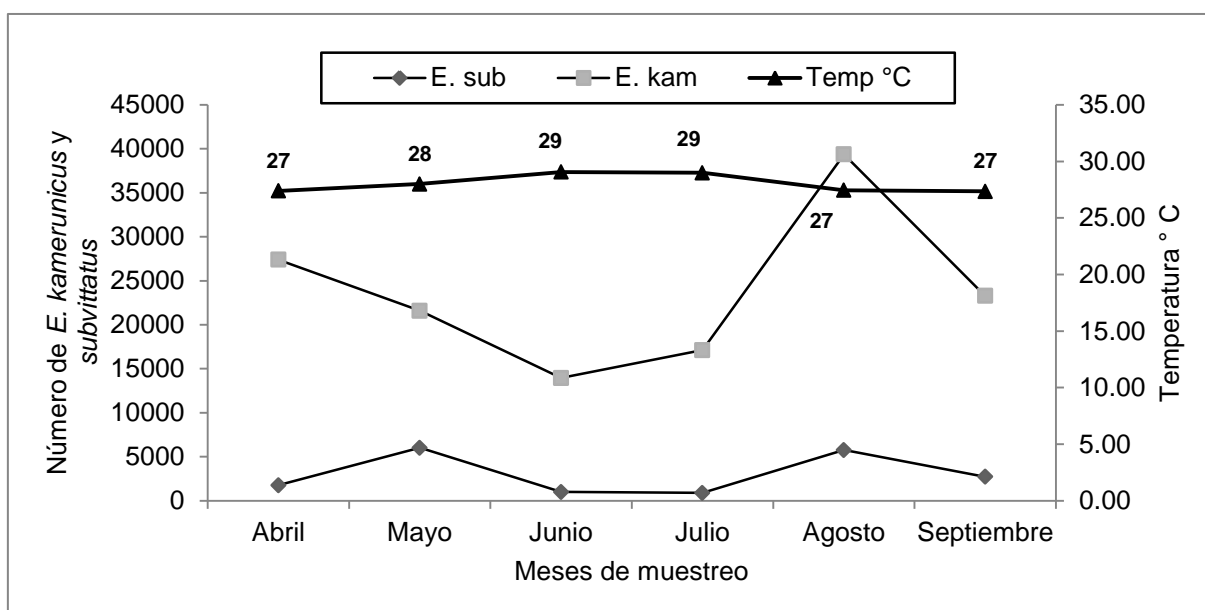


**Figura 12.** Fluctuación de *E. kam*: *Elaeidobius kamerunicus* y *E. sub*: *Elaeidobius subvittatus* en las inflorescencias masculinas en antesis entre la PP: precipitación (mm) registrada mensualmente.

Al comparar el grado de asociación con el coeficiente de correlación de Pearson, entre la distribución de las poblaciones de insectos contra la precipitación mensual, mostró una correlación negativa, no significativa ( $r=-0.135$  y  $P=0.798$ ), para *E. kamerunicus*. En el caso de *E. subvittatus* la correlación también resultó negativa, no significativa ( $-0.112$  y  $P=0.832$ ), ambas correlaciones, resultaron

negativas posiblemente porque los muestreos no coincidieron con un clima deprimente, como precipitaciones altas, ya que la información climática indica que el estudio, se realizó en época seca, registrándose 563 mm, valor muy por debajo de los mínimos y máximos registrados que oscilan entre 1 329 y 1 614(mm/año); sin embargo, entre un mes y otro se presentaron diferencias marcadas que afectaron el comportamiento de los insectos. Esta asociación se reflejó en la fluctuación mensual del insecto polinizador *E. kamerunicus*, mostrándose en declive poblacional en los tres primeros meses, coincidiendo en la mayoría de los casos con una disminución de las lluvias y del número de las IMA, siendo los finales de junio entre inicios de julio donde se registró una fluctuación con un mínimo incremento cuando la precipitación varió drásticamente de 113 mm a 38 mm, condiciones que posiblemente causaron el máximo pico poblacional de *E. kamerunicus* en agosto, coincidiendo con los meses de una baja precipitación marcada en el estudio. A finales de setiembre la precipitación tiende a incrementar, registrándose una disminución poblacional del insecto, aunado a las lluvias se consideró que esta baja población se debió posiblemente a la poca presencia de IMA. Por su parte, Labarca y Narváez (2009) afirman que *E. kamerunicus* en los extremos de precipitación pueden ir en detrimento de la población como se observó a inicios de abril y finales de setiembre en el estudio, esto indica que en algunos meses la baja precipitación registrada si favorece al comportamiento de este espécimen siendo su fluctuación de menor a mayor población como se observó en los meses de junio hasta agosto. Esta misma tendencia se observó para *E. subvittatus* (Figura 12).

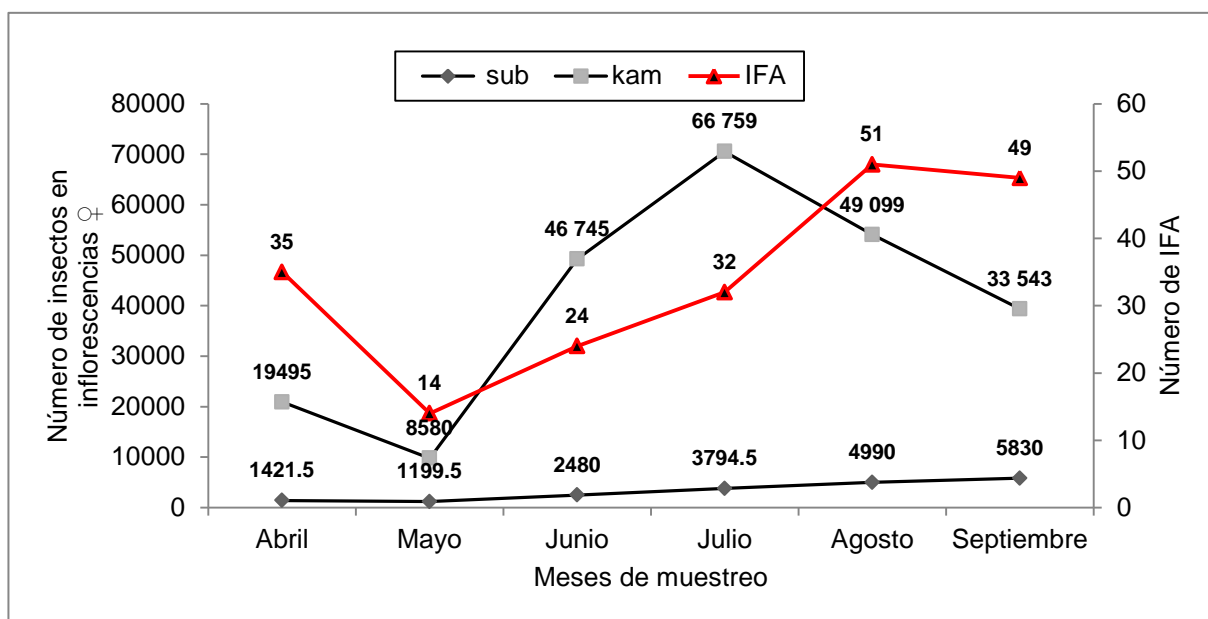
La figura 13, muestra como influye la temperatura promedio mensual en la fluctuación poblacional de *E. kamerunicus* y *E. subvittatus* capturados en las IFA.



**Figura 13.** Fluctuación poblacional de *E. kam*: *Elaeidobius kamerunicus* y *E. sub*: *Elaeidobius subvittatus* en IMA con la Temp: Temperatura (°C) promedio registrada

Durante el estudio la temperatura promedio mensual osciló entre 27°C y 29°C, coincidiendo en la mayoría con días soleados. De manera general la temperatura tuvo una tendencia homogénea (Figura 13), en estas condiciones al correlacionar esta variable climática con *E. kamerunicus* y *E. subvittatus* se encontró una correlación negativa, no significativa ( $r=-0.736$  y  $P= 0.095$ ) y ( $r=-0.520$  y  $P=0.291$ ) respectivamente. Por su parte, Sánchez *et al.* (2004) con Labarca y Narváez (2009), señalan que no hay correlación con la temperatura. Para el estudio, esta asociación indica que cuando la temperatura es baja la población es alta o viceversa cuando la temperatura es alta la población es baja, este comportamiento posiblemente se deba a los días soleados que concretan un mejor traslado de los insectos hacia otras inflorescencias, observándose que en los meses de junio y julio temperaturas de 29°C y una baja disponibilidad de IMA posiblemente causan bajas poblaciones. Lo contrario es que temperaturas entre 27°C a 28°C en otros meses causan un menor traslado y mayor acogimiento de los insectos en una mayor disponibilidad de IMA, es así que el máximo pico poblacional de *E. kamerunicus* y *E. subvittatus* coinciden en agosto.

#### 4.6. Fluctuación poblacional de los insectos polinizadores en IFA

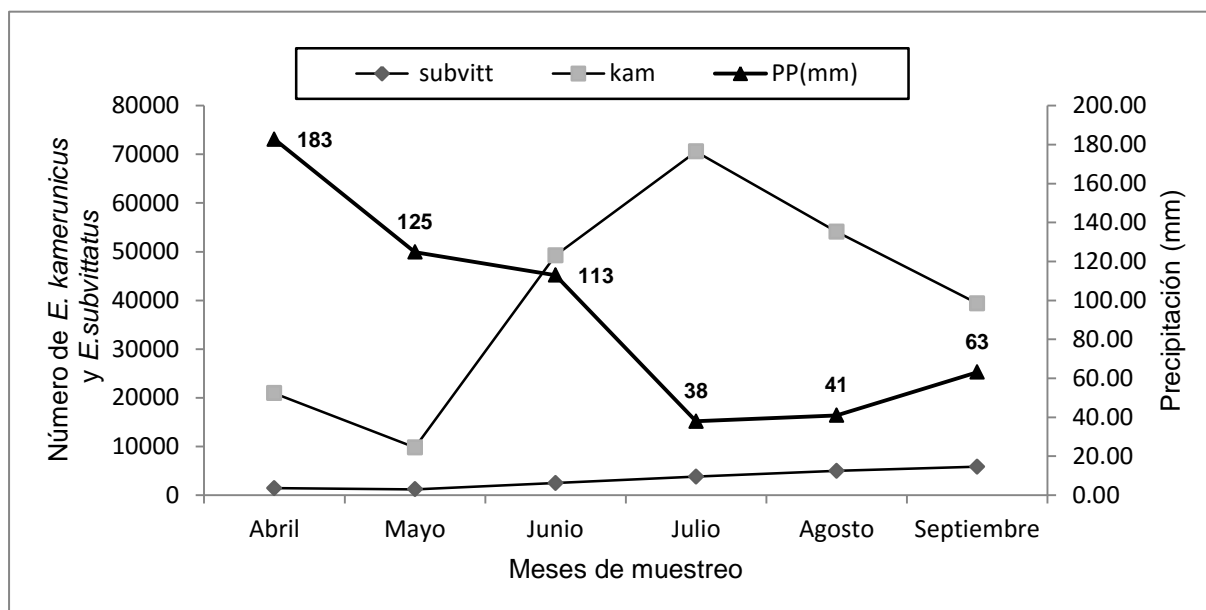


**Figura 14.** Fluctuación poblacional de *E. Kam: Elaeidobius kamerunicus* y *E. sub: Elaeidobius subvittatus* en las inflorescencias femeninas en antesis - IFA.

La fluctuación poblacional del insecto polinizador *Elaeidobius kamerunicus* de las inflorescencias femeninas en antesis en la época seca, inició con una baja población en los dos primeros meses (obviando mayo que fue el mes más bajo en emisión de IFA), esta pequeña declinación fue en incremento a partir de junio, presentándose el pico máximo poblacional en julio, a finales de este mes se observó una caída de la población de *E. kamerunicus* hasta setiembre, aunque en estos dos últimos meses se presentaron una mayor disponibilidad de las IFA. En el caso de *Elaeidobius subvittatus*, este fluctuó a un incremento continuo desde el primer mes hasta el último mes de estudio (Figura 14). Ambos insectos cumplen la función polinizadora aunque exista meses donde *E. kamerunicus* descienda *E. subvittatus* indirectamente estará apoyando a la polinización de las IFA, siempre destacando que *E. kamerunicus* es más eficiente. Sin embargo, ambos insectos visitan y polinizan las IFA por error al ser confundidos por un olor semejante al anís que emiten las IMA (Syed, 1979).

### **Fluctuación poblacional de los insectos polinizadores de las IFA y las variables climáticas**

La figura 15, muestra como influye la precipitación mensual registrada en la fluctuación poblacional de *Elaeidobius kamerunicus* y *Elaeidobius subvittatus* capturados en las inflorescencias femeninas en antesis.

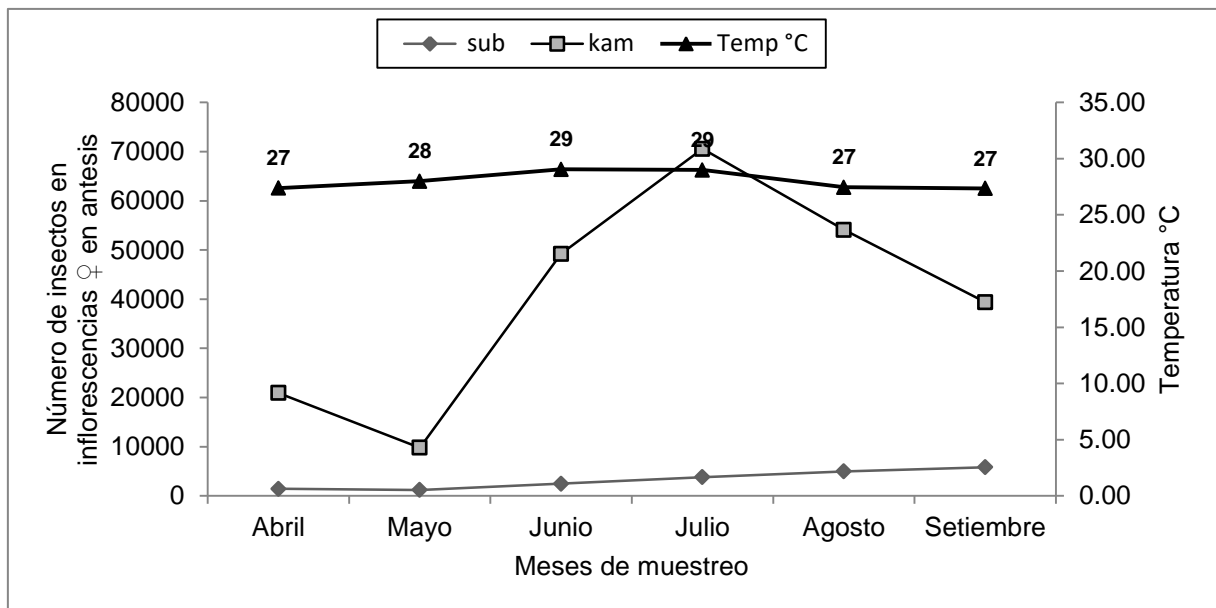


**Figura 15.** Fluctuación poblacional de *E. kam*: *Elaeidobius kamerunicus* y *E. subvittatus* en las inflorescencias femeninas en antesis con la PPT: precipitación (mm) registrada mensualmente.

Al comparar el grado de asociación con el coeficiente de correlación de Pearson, entre la distribución de las poblaciones de insectos contra la precipitación mensual, mostró una correlación negativa, no significativa ( $r=-0.492$  y  $P=0.321$ ), para *Elaeidobius kamerunicus*. En el caso de *E. subvittatus* la correlación también resultó negativa, no significativa ( $r=-0.237$  y  $P=0.652$ ). El valor más bajo de *E. kamerunicus* capturados en las trampas, se registró en mayo presentándose 1 200 individuos cuando la precipitación fue de 125 mm, su población más alta 66 760 individuos sucedió en julio cuando la precipitación fue de 38 mm (Figura 15). Este panorama sugiere que *E. kamerunicus* como polinizador es más eficiente en días con escasas de lluvias. En el caso de *Elaeidobius subvittatus*, se determinó que esta especie estuvo presente durante todos los meses de estudio con poblaciones bajas, se observó que esta especie aumentó su población desde el primer mes, fluctuando con una tendencia al incremento continuo hasta setiembre contrario a *E. kamerunicus* que descendió en este último mes, lo cual muestra que aunque *E. subvittatus* se presenta en poblaciones bajas posiblemente influya en una mejor polinización cuando las poblaciones de *E. kamerunicus* bajan. Los

picos poblacionales para ambos insectos tienen una tendencia de presentarse hacia el inicio de junio y el final de julio de los meses de estudio, periodos considerados en escasas de lluvias, resultados que sugieren que las dos especies tienen una mejor actividad polinizadora en días con baja o sin precipitación, lo cual es afirmado por, Genty (1986), quien menciona que las temporadas de lluvias pueden ser adversas para las poblaciones de los insectos polinizadores durante un aguacero o inmediatamente después de éste, la actividad de los insectos sobre las flores femeninas es nula. Asimismo, Molina *et al.* (1999), mencionan que bajo condiciones climáticas costeras la especie más numerosa es el *E. kamerunicus*, esta especie se adapta muy bien en épocas lluviosas y de igual manera responde de forma aceptable en épocas secas y posee adicionalmente una gran habilidad de búsqueda de inflorescencias femeninas en antesis.

La figura 16, muestra como influye la temperatura promedio mensual registrada en la fluctuación poblacional de *Elaeidobius kamerunicus* y *Elaeidobius subvittatus* capturados en las inflorescencias femeninas en antesis.



**Figura 16.** Fluctuación poblacional de *E. kam*: *Elaeidobius kamerunicus* y *E. subvittatus* en las inflorescencias femeninas en antesis con la Temperatura (°C) promedio mensual.



La correlación entre la temperatura promedio mensual y el número de *Elaeidobius kamerunicus* es positiva, no significativo ( $r=0.794$  y  $P=0.059$ ), posiblemente cuando la temperatura aumenta, esta población insectil se ve favorecida y también aumenta su actividad polinizadora (Figura 16). En el caso de *Elaeidobius subvittatus*, quien se mostró con una tendencia al incremento poblacional progresivo desde el mes de abril hasta setiembre, aun así obtuvo una correlación positiva, no significativo ( $r=0.423$ , y  $P=0.403$ ), se deduce que su incremento progresivo en estos meses fue favorecido por aumento en el número disponible de IFA mensuales y medianamente por el olor que emiten. El comportamiento anterior, no se asemeja al de *Elaeidobius kamerunicus* cuyo incremento se ve influenciado por el número de inflorescencias femeninas en antesis y como respuesta al semioquímico llamado 4 – allylanisole (estragol) compuesto volátil encontrado en el anís exhalado por los estigmas de las inflorescencias masculinas y femeninas de la palma africana (Hussein *et al.* 1989). Por su parte, Genty *et al.* (1986), registraron una alta temperatura interna en el momento de mayor receptividad en las inflorescencias femeninas de palma africana, en consecuencia se deduce que la temperatura influye en la emanación del semioquímico lo que se observó en las visitas realizadas a las IFA, en periodo de lluvia donde el olor es mínimo o no se puede distinguir, pero en días soleados los estigmas emiten un olor más fuerte e intenso cuando provocando una mayor visita de los insectos, en consecuencia puede explicarse porque los insectos durante las lluvias o después de ellas su actividad sobre las IFA es nula o baja, este fenómeno puede estar asociado a los horarios de mayor actividad de los polinizadores, donde se observa que los polinizadores no visitan a las IFA antes de las 8:30 am pues el sol entre esas horas no es intenso. Lo cual confirma lo reportado por Da silva (2011), quien indica que el ritmo de liberación de estragol y el horario de mayor actividad oscila entre los horarios de 8:00 am a 12:00 am de la mañana, siendo de 10:00 a 12:00 los horarios de mayor actividad de los polinizadores. Las correlaciones obtenidas en el estudio, es contrario a lo reportado por, Labarca y Narváez (2009), quienes no encontraron una correlación significativa de esta variable y los insectos en las IFA. Por su parte, Labarca *et al.* (2008), reportan haber obtenido una correlación significativa entre la temperatura y *E. kamerunicus* en las IFA. La diferencia entre lo reportado por los autores se debe a que no colocaron las trampas en una receptividad adecuada, por ende

contabilizaron un menor número de polinizadores dato que posiblemente no les pudo servir para obtener esta correlación, aunado a que solo muestrearon una sola vez al mes.

## **5. CONCLUSIONES**

Las principales especies de polinizadores identificados fueron *Elaeidobius kamerunicus* Faust y *Elaeidobius subvittatus*. Faust. El primero se ha establecido en el Distrito, este fue el polinizador más eficiente, con relación a los otros insectos, por presentarse en mayor cantidad en las inflorescencias femeninas en antesis (IFA).

La fluctuación poblacional del principal insecto polinizador de la palma aceitera *Elaeidobius kamerunicus* bajo condiciones de manejo de la empresa Palmagro S.A.C, se ve influencia por la temperatura de forma contraria según el tipo de inflorescencia, mostrando una asociación directa en las IFA e inversa en las IMA.

## **6. RECOMENDACIONES**

En la polinización entomófila, comprobar como interviene la temperatura ambiental en la emanación de la sustancia semioquímica 4 - allylanisole (estragol) exhalada por las inflorescencias masculinas y femeninas en antesis, así mismo determinar su influencia en días soleados y lluviosos en los horarios de mayor actividad polinizadora en plantaciones adultas.

Realizar la recolección de los insectos polinizadores cuando exista sobrepoblación de ellos en las IMA en un 70 a 80% de antesis para que no afecten la calidad del polen, así mismo cosechar las inflorescencias masculinas pasadas "IMP", para la crianza de los huevos, larvas y pupas de *E. kamerunicus* y *E. subvittaus*, así liberarlos en plantaciones jóvenes espolvoreados con polen viable colectados de inflorescencias masculinas en 80% de antesis, anteriormente aisladas en 1% de floración.

Desarrollar estudios para demostrar en campo o bajo condiciones controladas como afecta la aplicación de "Químico - Sal isopropilamina" y "Hongo entomopatógeno - *Bahuveria bassiana*" en la población de huevos, larvas, pupas y adultos de *E. kamerunicus* y *E. subvittaus*.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Adam, H.; Jouannic, S.; Escoute, J.; Duval, Y.; Verdeil, J.; Tregear, J. W. 2005. Reproductive developmental complexity in the African oil palm (*Elaeis guineensis*, Arecaceae). *American Journal of Botany*, 92(11): 1836-1852.
- Adam, H.; Jouannic, S.; Morcillo, F.; Richaud, F.; Duval, Y.; Tregear, J. W. 2007. Determination of Flower Structure in *Elaeis guineensis*: Do Palms use the Same Homeotic Genes as Other Species. *Annals of Botany*, 100:1-12
- Angeles, R. 2006. Eficiencia de la polinización asistida, entomófila dirigida y natural en el rendimiento de frutos en una plantación joven de Palma aceitera (*Elaeis guineensis* jack.). Tesis para optar título de Ing. Agr. Pucallpa, Perú. UNU. 143 p

- Anonymous. 1981. Oil palm pollinator improves fruit set in Malaysia. Commonwealth Agr. Bur. (CAB) News (12):2.
- Anonymous. 1982. Weevil worth US \$115 Million P.A. Commonwealth Agr. Bur. (CAB) News (14):1-2.
- ASD. 2006. Antecedente y Generalidades de la Palma. Costa Rica.
- Bernal, C. 2006. Metodología de la investigación para administración, economía, humanidades y ciencias sociales. 2 ed. Santa Fe de Bogotá. Editorial Pearson. 286p
- Bernal, F. 2001. El cultivo de la palma de aceite y su beneficio. Amado Gonzáles Cia. Ltda. Colombia CO. P 19-20.
- Bernales, H. 2010. El decálogo de la Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) Palmas de Shanusi S.A. Tarapoto-Perú.
- Bondar, G. 1942. Notas entomológicas da Baía. VIII. Rev. Ent., Rio de Janeiro 12(3):427-470, illus.
- Bulgarelli, J.; Chinchilla, C.; Rodríguez, R. 2002. Inflorescencias masculinas, población de *Elaeidobius kamerunicus* (Curculionidae) y calidad de la polinización en una plantación comercial joven de palma aceitera en Costa Rica. ASD Oil Palm Papers, No. 24, pp38-41.
- Cenipalma. 2010. Fenología de la palma de aceite africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) y del híbrido interespecífico (*Elaeis oleífera* [Kunt] Cortes x *Elaeis guineensis* Jacq.). Bogotá (Colombia). 110 p.
- Chinchilla C. 1988. Insectos polinizadores y polinización en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). Bol. Tec. OPO-CB 2(2):41- 51.
- Chinchilla, C.; Richardson, D. 1991. Pollinating insects and the pollination of oil palm in Central America. ASD Oil Palm Papers, Costa Rica. 1-18.
- Chinchilla, C.; Richardson, D.1990. Polinización en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Centroamérica. Turrialba. 40(4): 452-460.
- Cik Mohd Rizuan, Z. A., Noor Hisham, H., and Samsudin, A. 2013. Role of Pollinating Weevil (*Elaeidobius kamerunicus*), Seasonal Effect and Its Relation to Fruit Set in Oil Palm Area of FELDA.

- Corley, r.h.b.; 1976; "growth and morphology" oil palm research; elsevier scientific publishing co.; Netherlands. Pp3-23.
- Corley, r.h.v; tinker, p.b 2003. The Oil Palm. Word Agriculture series. Ed. Blackwell Science. 4a Edition. Reino Unido.
- Corley, R.V.H.; Tinker, P.B. 2009. La palma de aceite. Cuarta edición (versión en español). Fedepalma. Bogotá (Colombia). 604 p.
- Da Silva, G.2011. Polinizadores e semioquímicos do dendezeiro híbrido (*Elaeis oleífera* (H.B.K) Cortes x *Elaeis guineensis* JACQ). Tesis para optar el título de doctor scientiae. Universidad Federal de Viosa.77p.
- Dhileepan, K. y K. Nampoothiri. 1989. Pollination potential of introduced weevil, *Elaeidobius kamerunicus*, in oil palm (*Elaeis guineensis*) plantations. Indian Journal of Agricultural Sciences 59(8):517- 521.
- Dhileepan, K.1992.Pollen carrying capacity, pollen load and pollen transferring ability of the oil palm pollinating weevil *Elaeidobius kamerunicus* Faust in India. Publicación Oléagineux CIRAD no 47; Paris, Francia. P55-61.
- Dirección General de Competitividad Agraria, 2010. Módulo VIII cadena de producción del diplomado en el cultivo palma aceitera en el Perú.
- Dransfield, J.; Uhl, N.W.; Asmussen, C.B.; Baker, W.J.; Harley, M.M.; Lewis, C. E. 2008. Genera palmarum: The evolution and classification of palms. Kew Publishing. (Reino Unido). 732 p.
- El peruano. 2000. Declaran de interés nacional la instalación de plantaciones de palma aceitera. Normas legales.p.186334.
- El peruano. 2012. Normas legales, requisitos fitosanitarios para la introducción del insecto polinizador *Elaeidobius kamerunicus* a las plantaciones de Palma del Espino.
- Escobar, R. 2006. Aspectos generales del cultivo de la palma aceitera., ASD, Costa Rica S.A. Costa Rica. Segunda edición.
- Faust, J. 1898. Drei neue Derelomus-Arten von W.-Afrika. Stett. Ent. Ztg. 59(7-9):224-226.
- Freire, A. 2004. Botanica Sistemática Ecuatoriana. Missouri Botanical Garden, FUNDACYT, QCNE, RLB y FUNDABOTANICA. St. Louis. 209 p.

- Genty, P.; Garzon, A.; Luchini, F.; Delvare, G. 1986. Polinización entomófila de la palma aceitera en América Tropical. Publicación Oléagineux CIRAD, no 41. Paris, Francia. pp 99-112.
- Hacienda La Cabaña.com.co. 2008. Manejo agronómico del híbrido (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleífera*): una alternativa para renovación (en línea). Colombia.
- Hala, N.; Tuo, Y.; Akpesse, A.; Koua, H.; Tano, Y. 2012. Entomofauna of Oil Palm Tree Inflorescences at La Mé Experimental Station (Côte d'Ivoire).
- Harborne, J. R. 1982. Introduction to ecological biochemistry. Londres: Academic Press. p. 278.
- Hartley, C. 1983. La palma de aceite. Trad. Maldonado E. México, MX. Editorial Continental. p 65 – 110-559.
- Hartley, C.W.S.; 1986. La Palma de Aceite. Edit. Continental; Segunda Edición; México D.F. P53-232.
- Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, M. 2010. Metodología de la investigación. 5 ed. México. McGraw-Hill Interamericana Editores SA. 613p.
- Hussein, M. Y.; Lajis, N. H.; Kinson, A.; Teo, C. B. 1989. Laboratory and field evaluation on the attractancy of *Elaeidobius kamerunicus* Faust to 4-allylanisole. Porim Bulletin, Kuala Lumpur, v. 18, p. 20-26.
- Hussein, m.; Rahman, w.; 1991; Life tables for *Elaeidobius kamerunicus* in oil palm; the planter, 67 (778). p3-8.
- Hustache, A. 1924. Curculionides nouveaux du Congo. Rev. Zool. Afrika 12(1):43-89. (2nd pt.).
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR)/CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza, CR). 2000. Redacción de referencias bibliográficas: normas técnicas del IICA y CATIE. Costa Rica.
- Kevan, P., N. Hussein, N. Hussey y M. Wahid. 1986. Modelling the use of *Elaeidobius kamerunicus* for pollination of oil palm. Planter 62:89-99.

- Kuschel, G. 1952. Los Curculionidae de la cordillera chileno-argentina (1.a parte). Rev. Chilena Ent. 2:229-279.
- Labarca, M.; Portillo, E.; Portillo, A.; Morales, E. 2008. Estructuras reproductivas y polinización entomófila en tres lotes comerciales de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el estado Zulia, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2009, 26: 1-22.
- Labarca, MV. 2007. Relación entre las inflorescencias, el clima y los polinizadores en el cultivo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el sur del lago de Maracaibo. Revista Facultad de agronomía (Venezuela) 24; 303-320.
- Labarca, MV; Narváez, Z. 2009. Identificación y fluctuación poblacional de insectos polinizadores en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el sur del lago de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2009, 26: 305-324.
- Lacerda, 2008. Polinização do dendeeiro por *Elaeidobius subvittatus* faust e *Elaeidobius kamerunicus* faust (coleoptera, curculionidae) no sul do estado da bahía. Tesis para optar el título de doctor en entomología.
- Lahura, E. 2003. El coeficiente de correlación y correlaciones espúreas. Disponible en: <http://www.pucp.edu.pe/economia/pdf/DDD218.pdf>
- Latiff, A. 2000. The biology of the genus *Elaeis*. Advances in oil palm research. 1:19-38.
- León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales (2a ed.) IICA. (San Jose de Costa Rica).50-56.
- Liau.1984.Predators of the pollinating weevil *Elaeidobius kamerunicus* in Malaysian oil palm estates; Palm oil research institute of Malaysia; Kuala Lumpur, Malaysia.
- Liceras, LZ; Marquez, MM. 1987. Curculiónidos polinizadores de la palma aceitera en el alto Huallaga (nota preliminar).
- Mariau, D. y P. Genty. 1988. IRHO contribution to the study of oil palm insect pollinators in Africa, South America and Indonesia. Oléagineux 43(6):238-240.

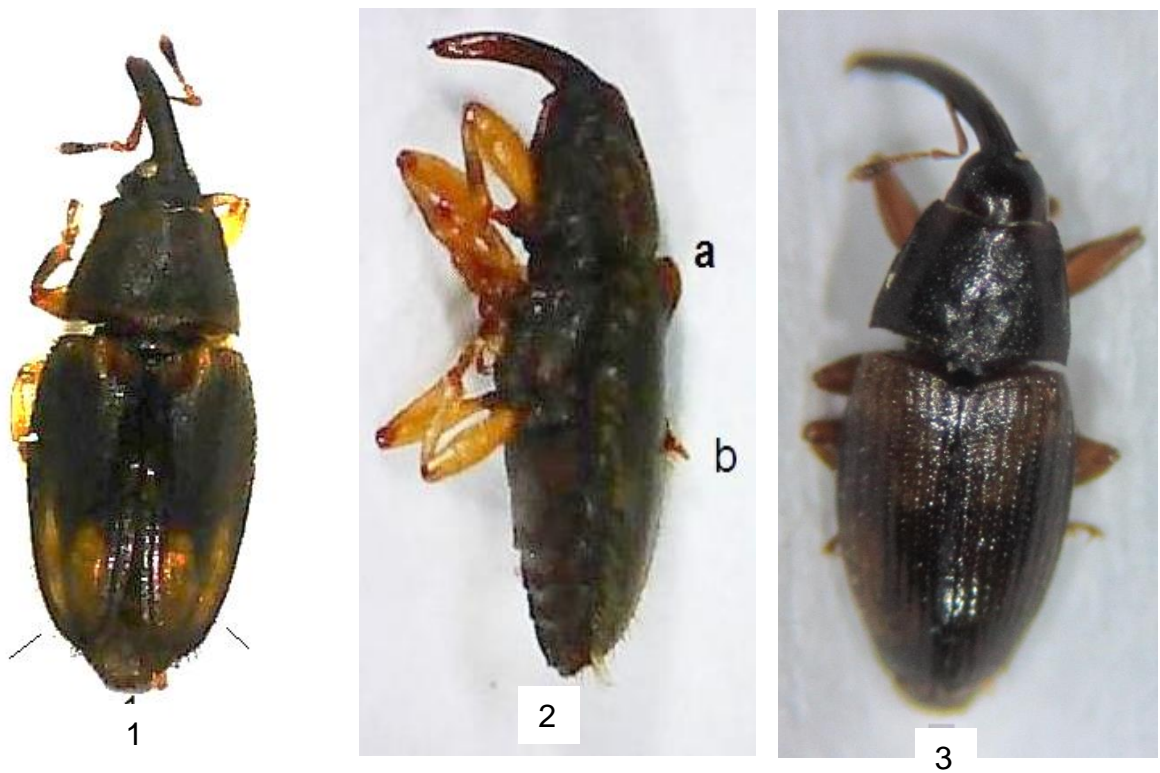
- Marshall, G. A. K. 1958. On the Curculionidae (Coleoptera) of Angola. II. Publ. Cult. Comp. Diam. Angola (38):111-154, illus.
- Mendoza, 2006. Protección de los Polinizadores. Revista Claridades Agropecuarias.**
- Ministerio de agricultura - MINAG, 2012. Cadena agro productiva de la PALMA ACEITERA. Pp 12-13.
- Molina D.; Díaz, A.; Barrios, R.1999. Introducción del Gorgojo Polinizador Sobre Cultivos de Palma Aceitera”; Boletín divulgativo FONAIAP; Maracaibo, Venezuela. P63.
- Navarro, C.; Bolaños, L.; Peña, R.; Bastidas, P.; Reyes, P. 2010. Evaluación de la presencia de insectos asociados con la polinización del híbrido interespecífico *Elaeis oleífera* tipo cereté x *elaeis guineensis* tipo deli y sus parentales.
- O'Brien, C. W., and G. J. Wibmer.1984. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lata) of North America, Central America, and the West Indies-Supplement 1. Southwest. Ent. 9(3):286-307.
- PALMAGRO, 2013. Proyecto: Estandarización de la tecnología de polinización asistida, como estrategia para el incremento de la productividad en el cultivo de palma aceitera, en la región Ucayali – Historial de rendimientos de campaña 2007, Campo Verde, Perú.
- Ponnamma, K. 2000. Variación diurna en la población de *Elaeidobius kamerunicus* en la inflorescencia masculina de palma aceitera en antesis. Palmas. 21(3):35-38.
- Prada, M.; Molina, D.; Villarroel, R.; Barrios, A. Díaz. 1998. Efectividad de dos especies del género *Elaeidobius* (Coleóptera: Curculionidae) como polinizadores en palma aceitera. Bioagro 10(1):3-10.
- 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.



- Quesada, G. 2012. Cultivo e industria de la palma aceitera *Elaeis guineensis*. Tecnología de la palma aceitera. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) .Buenos Aires- Argentina.
- Raygada, R. 2005. Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera. Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida Sin Drogas (Devida); proyecto de desarrollo alternativo Tocache-Uchiza (Prodatu). Lima (Peru).
- Revelo, M. 2002. Palmicultura moderna, Orientación para productores y empresarios, Sociedad Las Palmas LTDA, edición Galrobayo. Bogotá, CO. Vol. 1 p. 10.
- Sáenz, L. 2006. Cultivo de la palma africana. Guía técnica. Managua-Nicaragua.
- Salas, R. 1992. La palma aceitera africana. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Universidad Central de Venezuela.168p.
- Sánchez, E.; Salamanca, J.; Calvache, H.; Ortiz, L.; Rivera, D. 2004. Evaluación de poblaciones de polinizadores y su relación con la formación de racimos en la zona de Tumaco, Colombia.
- Sandoval, A. 2011.Paquete tecnológico de palma aceitera, establecimiento y mantenimiento. Sagarpa –México.
- Suárez, R. 2012. La revolución en la toma de decisiones estadísticas: el p-valor [Fecha de consulta: 28 de abril de 2015]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99324907004>
- Syed R. 1978. Studies on pollination of oil en West Africa and Malaysia. Report of the Comm. Inter. Biological Control, CAB. 38p.
- Syed R. 1979. Studies on oil palm pollination by insects. Bulletin of Entomology Research. 69: 213-224.
- Syed, R. 1984. Los insectos polinizadores de la palma africana. Palmas. Colombia. 5:19-64.
- Tamayo y Tamayo. 1994. El proceso de la Investigación Científica. 3 edi. México. Editorial Limusa .231p

- Tandon, T.; Manoharaf, T.N.; Nijalingappaf, B.H.M.; Shivanna, R. 2001. Pollination and Pollen- pistil Interaction in Oil Palm, *Elaeis guineensis*, *Annals of Botany* 87: 831-838.
- Torres, J.2006. Evaluación de la influencia de plantaciones adultas sobre cultivos jóvenes en la calidad de conformación de racimos en el híbrido cirad de palma aceitera (*Elaeis guineensis* jacq.) en quinindé. Tesis ing. Agro.
- Vargas, M. 2010. Viabilidad del polen de palma hibrida en códigos atrayentes de insectos *Elaeidobius kamerunicus* y *grassidius* en el cultivo de palma africana para incrementar la producción, Ambato – ecuador.
- Velazco, E.; Choy, J.; Panduro, N. 2013. ¿Cómo escribir el proyecto de investigación? .UNIA. 24 p.
- Wibmer, G. J., and C. W. O'Brien. 1986. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of South America (Coleoptera: Curculionoidea). Mem. American Ent. Inst. (39): i-xvi, 1-563.

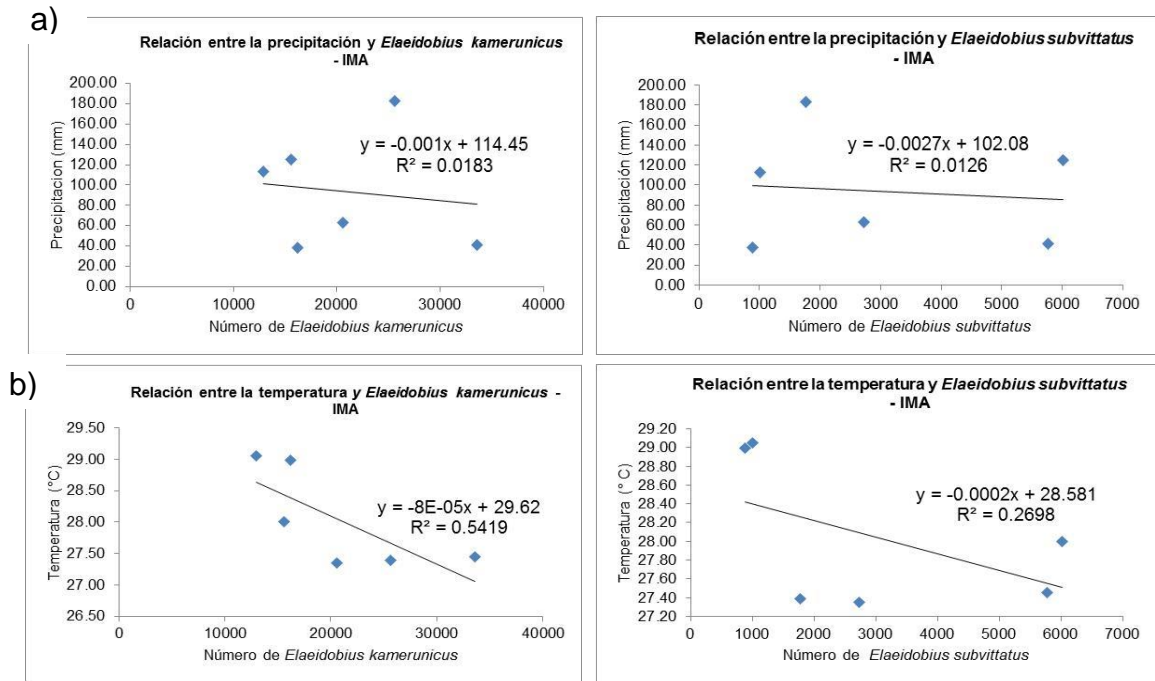
# **ANEXOS**



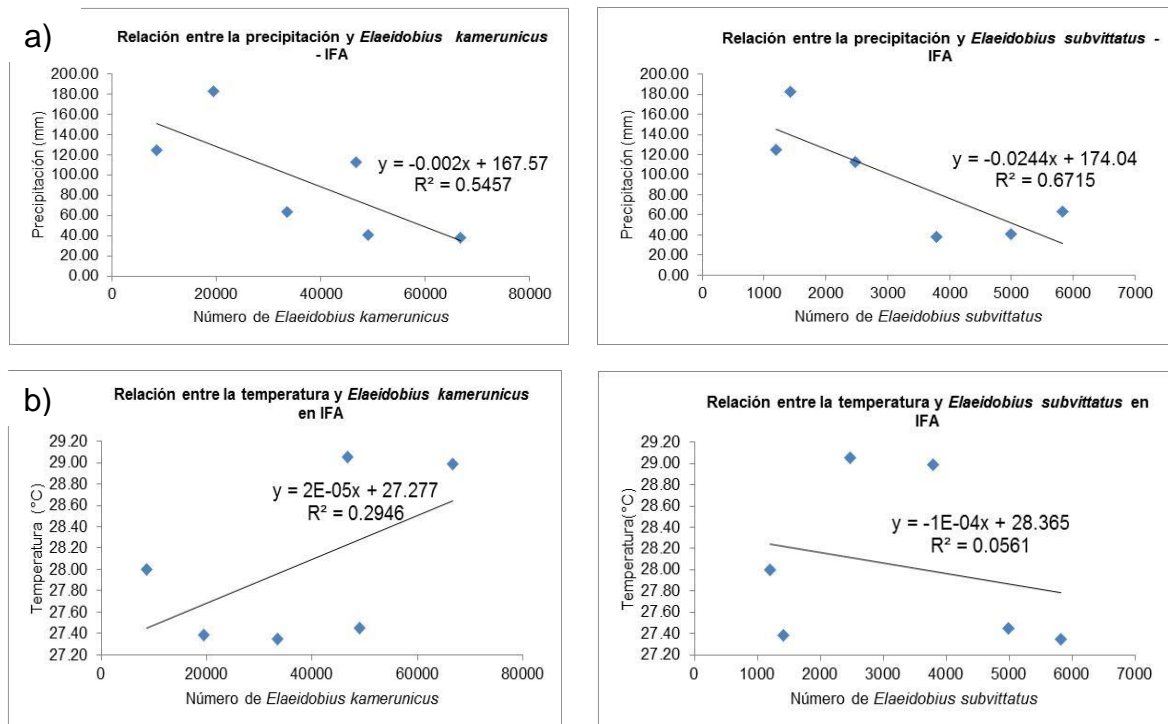
**Figura 17.** *Elaeidobius kamerunicus*: 1) vista dorsal, macho; nótese las setas marginales; 2) vista lateral, macho; note los callos (calluses) (a) y observe el penacho (mechón) setal (b); 3) vista dorsal, hembra sin las setas marginales.



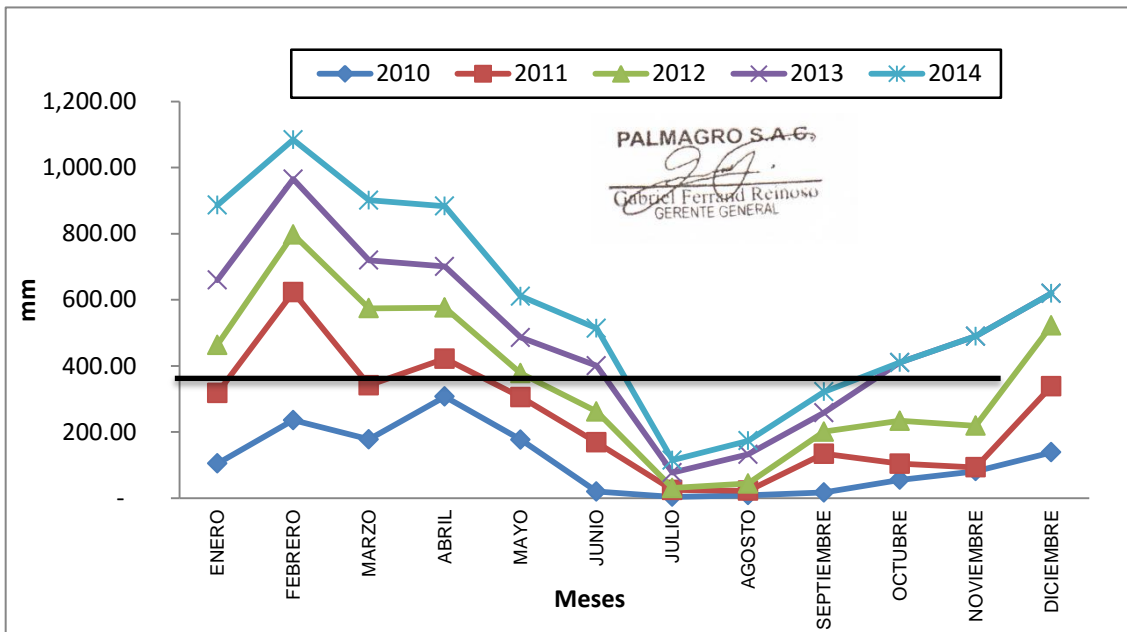
**Figura 18.** *Elaeidobius subvittatus*: 1) vista dorsal macho; nótese las maculaciones (manchas); 2), vista lateral y 3) vista ventral mostrando los procesos entre las patas frontales.



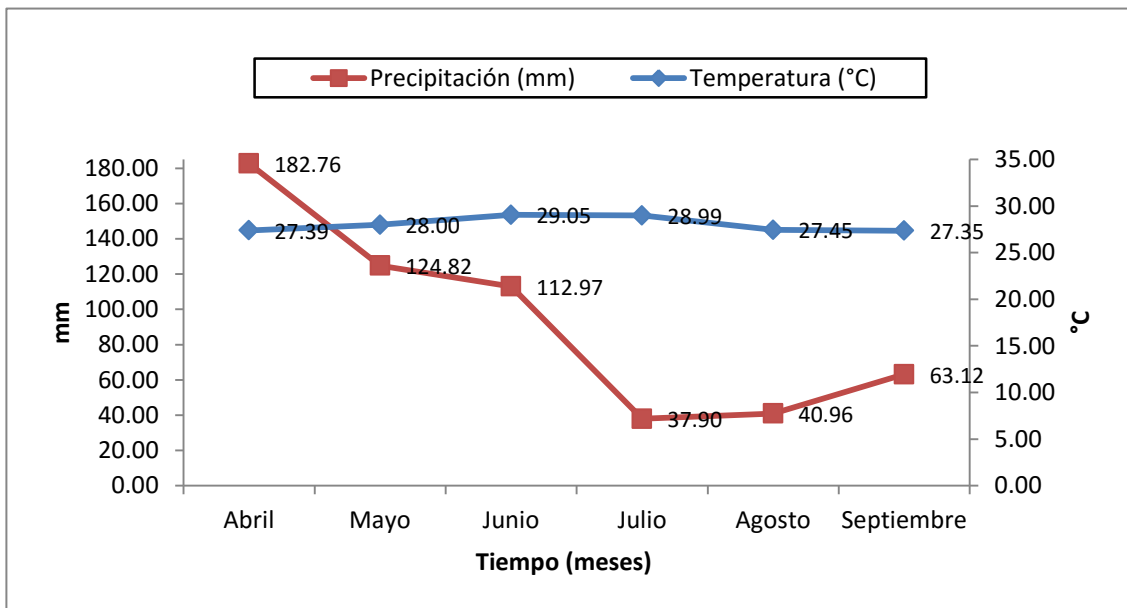
**Figura 19.** Dispersión de puntos entre variables entomológicas y climáticas en inflorescencias masculinas en antesis IMA



**Figura 20.** Dispersión de puntos entre variables entomológicas y climáticas en inflorescencia femeninas en antesis IMA



**Figura 21.** Precipitación historica mensual año Campaña 2007(mm).



**Figura 22.** Interacción entre la precipitación (mm) y temperatura (°C) del año - 2014

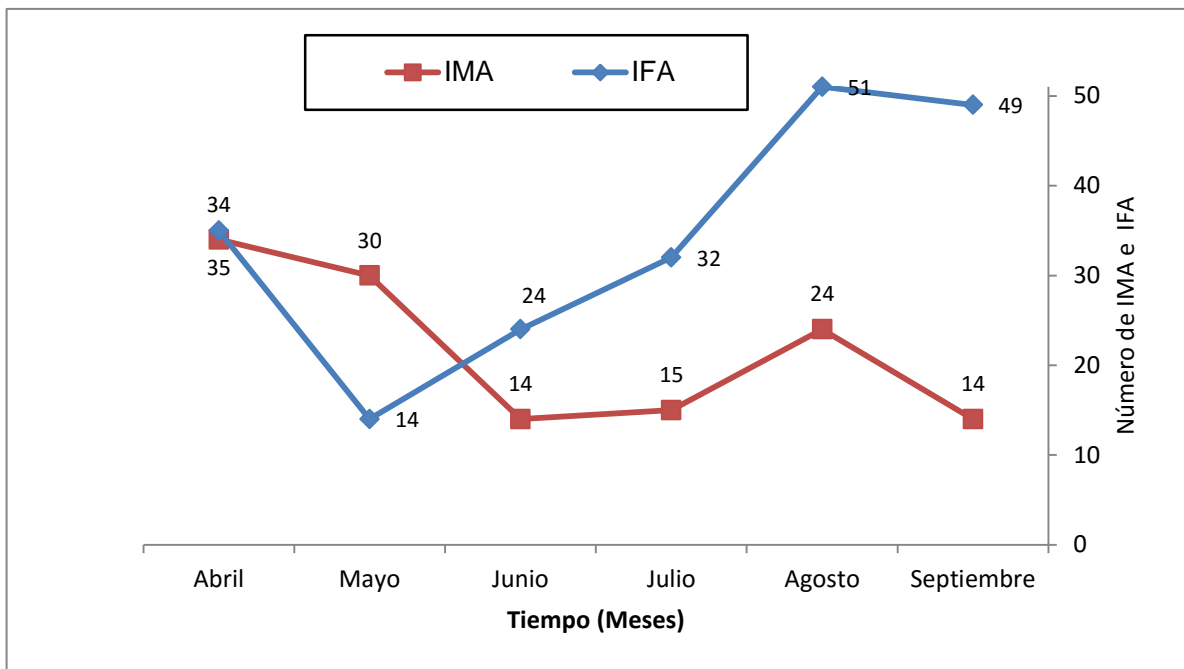


Figura 23. Interacción de las IMA entre las IFA, año - 2014

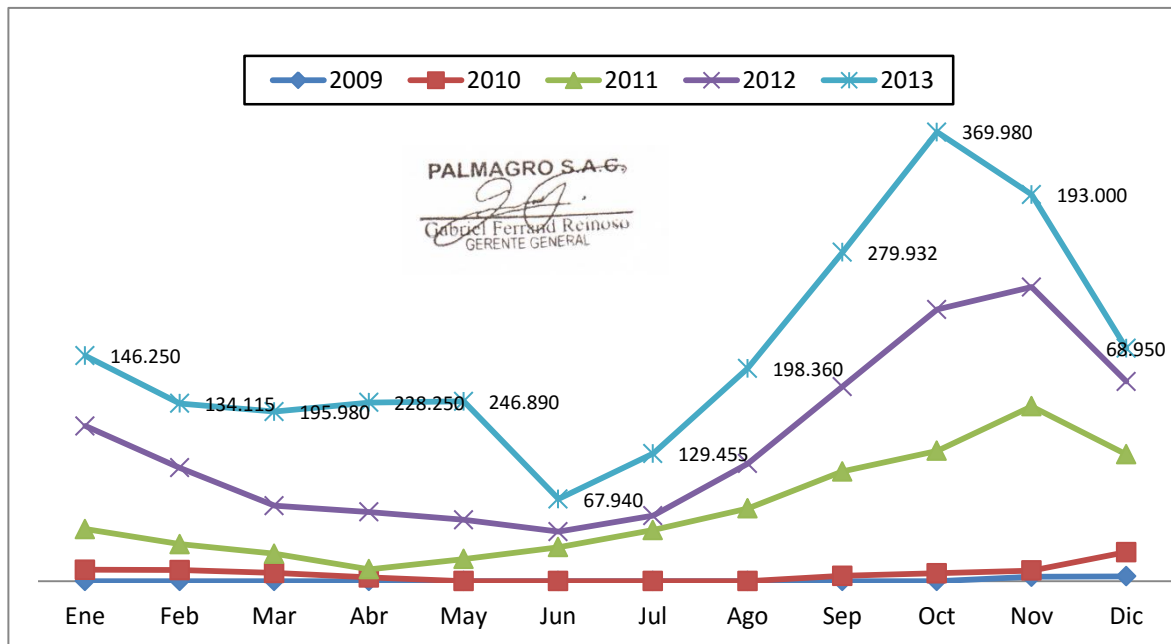


Figura 24. Producción historica mensual año Campaña 2007(ton).

**Cuadro 06.** Fertilizantes aplicados en el sector 2007 concordando con los primeros meses de la investigación en la A1, A3 y A5.

Parcela	Nº PLANTAS	Campaña	% ADICIONAL	FERTILIZANTES (gr/plta)										TOTAL DOSIS(gr/plta)	TOTAL (Kg)
				Urea	Kg	Roca Fosforica	Kg	KCl	Kg	Dolomita	Kg	Acido borico	Kg		
PARCELA A1	3491			1500	5237	1000	3491	1750	6109	1350	4713	150	524	5750	20073
PARCELA A2	3502		10	1650	5778	1100	3852	1925	6741	1485	5200	165	578	6325	22150
PARCELA A3	3496	2007	15	1725	6031	1725	6031	1725	6031	1553	5428	173	603	6900	24122
PARCELA A4	3481		20	1800	6266	1200	4177	1800	6266	1620	5639	180	627	6600	22975
PARCELA A5	3489			1250	4361	1000	3489	1500	5234	1350	4710	120	419	5220	18213

**PALMAGRO S.A.G.**  
  
 Gabriel Ferrand Reinoso  
 GERENTE GENERAL







**Cuadro 09:** Correlaciones lineales por el método de Pearson entre poblaciones de insectos polinizadores de inflorescencias masculinas y variables climáticas durante seis meses de observación.

<b>Poblaciones de</b>		<b>Precipitación (mm/mes)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
<b><i>E. kamerunicus</i></b>	r	-0,135	-0,736
	Valor P	0,798	0,095
<b><i>E. subvittatus</i></b>	r	-0,112	-0,520
	Valor P	0,832	0,291

La correlación es significativa al 0,05 (bilateral)

**Cuadro 10:** Correlaciones lineales por el método de Pearson entre poblaciones de insectos polinizadores de inflorescencias femeninas y variables climáticas durante seis meses de observación.

<b>Poblaciones de</b>		<b>Precipitación (mm/mes)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
<b><i>E. kamerunicus</i></b>	r	-0,492	-0,794
	Valor P	0,321	0,059
<b><i>E. subvittatus</i></b>	r	-0,237	-0,423
	Valor P	0,652	0,403

La correlación es significativa al 0,05 (bilateral)



80		A1L6P23	742	265	812	22	14	33	1,819	69	107	194,633	7,383	202,016	25/06/2014	3:38-3:49	01/07/2014	10:01-10:15	8
81		A1L6P16	134	345	532	9	14	32	1,011	55	107	108,177	5,885	114,062	07/07/2014	7:31-7:35	13/07/2014	8:43-8:59	7
82		A1L6P16	197	411	305	8	15	21	913	44	108	98,604	4,752	103,356	25/07/2014	2:16-2:17	30/07/2014	10:03-10:08	6
83		A1L6P15	185	203	195	14	19	12	583	45	116	67,628	5,220	72,848	04/07/2014	11:23-11:24	11/07/2014	9:17-9:37	8
84		A1L59P15	314	513	273	23	17	15	1,100	55	115	126,500	6,325	132,825	18/07/2014	11:01-11:07	25/07/2014	2:00-2:15	8
85		A3L107P15	148	225	343	21	19	15	716	55	107	76,612	5,885	82,497	30/06/2014	10:18-10:25	05/07/2014	12:48-1:04	7
86		A3L117P22	283	695	373	21	43	13	1,351	77	108	145,908	8,316	154,224	25/06/2014	3:03-3:04	02/07/2014	9:15-9:28	9
87	JULIO	A3L116P19	723	623	376	31	43	26	1,722	100	107	184,254	10,700	194,954	19/07/2014	8:48-8:55	26/07/2014	8:51-9:11	8
88		A3L110P20	414	596	397	17	18	29	1,407	64	115	161,805	7,360	169,165	17/07/2014	9:00-9:03	20/07/2014	8:40-8:59	4
89		A5L22P13	416	125	453	23	9	17	994	49	117	116,298	5,733	122,031	30/06/2014	8:10-8:18	04/07/2014	8:34-8:51	6
90		A5L16P15	809	423	322	31	12	12	1,354	55	108	146,232	5,940	152,172	01/07/2014	7:32-7:35	06/07/2014	8:35-8:51	6
91		A5L16P15	306	234	250	22	33	16	790	71	115	90,850	8,165	99,015	07/07/2014	11:31-11:32	13/07/2014	8:19-8:31	7
92		A5L22P13	319	423	197	21	15	3	939	39	144	135,216	5,616	140,832	15/07/2014	10:30-10:33	18/07/2014	9:05-9:22	4
93		A5L16P15	116	125	153	13	19	17	394	49	105	41,370	5,145	46,515	17/07/2014	8:40-8:42	22/07/2014	11:10-11:20	6
94		A5L22P13	219	523	397	11	25	23	1,139	59	98	111,622	5,782	117,404	21/07/2014	2:17-2:21	25/07/2014	11:09-11:22	5
95		A1L6P18	575	463	563	53	65	76	1,601	194	117	187,317	22,698	210,015	30/07/2014	9:16-9:28	04/08/2014	08:25 a.m.	6
96		A1L6P15	764	352	432	76	43	121	1,548	240	117	181,116	28,080	209,196	30/07/2014	10:27-10:29	04/08/2014	08:25	6
97		A1L76P20	534	467	655	56	76	112	1,656	244	115	190,440	28,060	218,500	19/08/2014	11:22 am	23/08/2014	8:21 am	5
98		A1L70P13	356	452	289	98	121	78	1,097	297	116	127,252	34,452	161,704	11/08/2014	8:56 am	15/08/2014	9:11 am	5
99		A1L76P20	533	645	343	75	87	65	1,521	227	117	177,957	26,559	204,516	15/08/2014	9:01 am	18/08/2014	6:54 am	4
100		A3L110P20	634	479	645	21	23	42	1,758	86	115	202,170	9,890	212,060	01/08/2014	08:25	05/08/2014	08:12	5
101		A3L112P13	754	432	213	24	23	41	1,399	88	111	155,289	9,768	165,057	30/07/2014	11:47-11:52	08/08/2014	09:19	10
102		A3L111P24	588	505	585	132	69	119	1,678	320	108	181,224	34,560	215,784	06/08/2014	9:23 am	08/08/2014	7:12 am	3
103		A3L110P20	402	532	356	112	102	97	1,290	311	115	148,350	35,765	184,115	30/07/2014	11:42-11:45	08/08/2014	7:32 am	10
104		A3L105P22	367	432	323	97	113	98	1,122	308	115	129,030	35,420	164,450	10/08/2014	10:11 am	14/08/2014	8:26 am	5
105		A3L106P16	315	497	293	27	18	29	1,105	74	96	106,080	7,104	113,184	16/08/2014	9:43 am	19/08/2014	7:54 am	4
106		A3L105P22	456	654	389	101	114	110	1,499	325	100	149,900	32,500	182,400	22/08/2014	8:23 am	25/08/2014	8:01 am	4
107	AGOSTO	A3L101P11	134	345	213	92	111	96	692	299	119	82,348	35,581	117,929	21/08/2014	9:21 am	25/08/2014	8:15 am	5
108		A3L107P15	645	765	412	117	131	67	1,822	315	105	191,310	33,075	224,385	22/08/2014	8:32 am	25/08/2014	8:23 am	4
109		A3L105P22	476	487	368	78	100	89	1,331	267	115	153,065	30,705	183,770	11/08/2014	11:32 am	15/08/2014	2:43 pm	5
110		A3L110P20	341	389	321	96	97	89	1,051	282	117	122,967	32,994	155,961	22/08/2014	10:54 am	25/08/2014	10:23 am	4
111		A3L106P16	165	256	143	71	76	67	564	214	115	64,860	24,610	89,470	16/08/2014	8:56 am	19/08/2014	11:12 am	4
112		A3L112P13	482	465	443	86	92	86	1,390	264	108	150,120	28,512	178,632	17/08/2014	1:43 pm	20/08/2014	8:34 am	4
113		A5L16P15	543	564	352	54	46	23	1,459	123	134	195,506	16,482	211,988	30/07/2014	12:50-12:51	04/08/2014	11:12-12:22	6
114		A5L20P20	354	432	431	43	65	75	1,217	183	134	163,078	24,522	187,600	30/07/2014	1:10-1:15	04/08/2014	12:32-12:48	6
115		A5L16P15	300	347	219	68	40	29	866	137	127	109,982	17,399	127,381	17/08/2014	1:47 pm	20/08/2014	8:45 am	4
116		A5L22P13	487	523	376	96	102	65	1,386	263	125	173,250	32,875	206,125	05/08/2014	9:34 am	08/08/2014	9:28 am	4
117		A5L22P13	505	567	431	21	45	32	1,503	98	124	186,372	12,152	198,524	04/08/2014	10:36 am	07/08/2014	8:16 am	4
118		A5L21P8	478	562	389	67	125	88	1,429	280	130	185,770	36,400	222,170	16/08/2014	9:45 am	19/08/2014	3:10 pm	4
119		A5L21P8	602	567	437	101	132	101	1,606	334	132	211,992	44,088	256,080	11/08/2014	2:34 pm	15/08/2014	1:34 pm	5
120		A1L59P15	567	423	701	61	83	99	1,691	243	125	211,375	30,375	241,750	08/09/2014	7:34 am	11/09/2014	8:34 am	4
121		A1L66P16	405	501	276	99	117	81	1,182	297	132	156,024	39,204	195,228	08/09/2014	7:56 am	11/09/2014	8:55 am	4
122		A1L66P16	564	698	367	70	81	71	1,629	222	100	162,900	22,200	185,100	08/09/2014	8:01 am	11/09/2014	9:15 am	4
123		A1L55P14	601	643	367	81	78	72	1,611	231	105	169,155	24,255	193,410	12/09/2014	8:54 am	16/09/2014	8:12 am	5
124		A1L59P15	578	656	365	85	92	76	1,599	253	117	187,083	29,601	216,684	12/09/2014	9:14 am	16/09/2014	8:34 am	5
125	SEPTIEMBRE	A3L105P22	813	779	615	89	67	58	2,207	214	134	295,738	28,676	324,414	04/09/2014	8:01 am	06/09/2014	10:43 am	3
126		A3L106P16	771	679	601	58	55	54	2,051	167	122	250,222	20,374	270,596	04/09/2014	8:05 am	07/09/2014	7:45 am	4
127		A3L107P15	623	513	511	58	55	54	1,647	167	125	205,875	20,875	226,750	04/09/2014	8:07 am	07/09/2014	8:09 am	4
128		A3L110P20	425	410	315	61	51	47	1,150	159	134	154,100	21,306	175,406	05/09/2014	9:21 am	09/09/2014	10:10 am	5
129		A3L106P16	413	451	319	51	49	31	1,183	131	140	165,620	18,340	183,960	08/09/2014	8:45 am	12/09/2014	11:13 am	5
130		A3L106P16	356	344	312	39	38	31	1,012	108	143	144,716	15,444	160,160	12/09/2014	2:31 pm	15/09/2014	7:56 am	4
131		A3L111P24	381	391	293	28	41	31	1,065	100	132	140,580	13,200	153,780	12/09/2014	2:45 pm	15/09/2014	8:21 am	4
		<b>TOTAL</b>	<b>42,750</b>	<b>45,771</b>	<b>36,006</b>	<b>5753</b>	<b>6901</b>	<b>5533</b>	<b>124,527</b>	<b>18,187</b>	<b>15,376</b>	<b>14,398,584</b>	<b>2,105,987</b>	<b>16,503,671</b>					
		<b>PROMEDIO</b>	<b>326</b>	<b>349</b>	<b>275</b>	<b>44</b>	<b>53</b>	<b>42</b>	<b>951</b>	<b>139</b>	<b>118</b>	<b>109,913</b>	<b>16,069</b>	<b>125,982</b>					<b>8,221374046</b>

**Cuadro 12:** Matriz de levantamiento de datos fenológicos para IMA e IFA

N°	Codigo	N° Observaciones									FECHA - HORA
		INI	IFC	IFPA	IFA	IFPacu	IMC	IMPA	IMA	IMPacu	
1	A1L55P14										
2	A1L56P18										
3	A1L57P22										
4	A1L59P15										
5	A1L60P16										
6	A1L61P22										
7	A1L62P12										
8	A1L63P21										
9	A1L64P15										
10	A1L66P16										
11	A1L67P23										
12	A1L70P13										
13	A1L71P11										
14	A1L73P14										
15	A1L76P20										
16	A3L101P11										
17	A3L102P17										
18	A3L104P20										
19	A3L105P22										
20	A3L106P16										
21	A3L107P15										
22	A3L109P19										
23	A3L110P20										
24	A3L111P24										
25	A3L112P13										
26	A3L113P7										
27	A3L115P8										
28	A3L116P19										
29	A3L117P22										
30	A3L119P11										
31	A5L8P8										
32	A5L10P14										
33	A5L11P18										
34	A5L13P22										
35	A5L14P17										
36	A5L16P15										
37	A5L18P19										
38	A5L19P16										
39	A5L20P20										
40	A5L21P8										
41	A5L22P13										
42	A5L23P16										
43	A5L24P17										
44	A5L26P22										
45	A5L28P16										
<b>Leyenda</b>	<b>Observaciones</b>										
INI	Espata cerrada no visible el sexo (Inflorescencia no Identificada)										
IFC	Espata abierta visible el sexo (Inflorescencia Femenina Cerrada)										
IFPA	Inflorescencia Femenina en Pre antesis = Lista para colocar la trampa anticipada										
IFA	Inflorescencia femenina en antesis = Estado de receptividad										
IFPacu	Inflorescencias femeninas Polinizadas Acumuladas = Número acumulativo de IFA muestreadas										
IMC	Espata abierta visible el sexo (Inflorescencia Masculina Cerrada)										
IMPA	Inflorescencia Masculina en Pre antesis = Antes del 1% de floración										
IMA	Inflorescencia masculina en antesis = Perido del 1 al 80% de antesis donde se muestrea espigas										
IMPacu	Inflorescencias masculinas Pasadas Acumuladas donde se conto el número de espigas = Número acumulativo de IMA muestreadas										



**Cuadro 14:** Formato para el registro de polinizadores recolectados en espigas - IMA

Codigo IMA	Tercios	Hora de Ident - Cuant	<i>E. kam</i>	<i>E. Sub</i>	<i>Microporum sp</i>	<i>Apis sp</i>	<i>Melipona sp</i>	1% Antes	Fec -Hor	80% Antes	Fec-Hor
	Apical										
	Medio										
	Basal										
	Subtotal										
	Apical										
	Medio										
	Basal										
	Subtotal										
	Apical										
	Medio										
	Basal										
	Subtotal										
	Apical										
	Medio										
	Basal										
	Subtotal										
	Apical										
	Medio										
	Basal										
	Subtotal										
	Apical										
	Medio										
	Basal										
	Subtotal										
	Apical										
	Medio										
	Basal										
	Subtotal										



**Cuadro 15:** Formato para el registro de la precipitación pluvial

Fecha	Precipitación (mm) probeta Ch					TOTAL	Horas
	6	9	12	15	18		
1-abr.-14							
2-abr.-14							
3-abr.-14							
4-abr.-14							
5-abr.-14							
6-abr.-14							
7-abr.-14							
8-abr.-14							
9-abr.-14							
10-abr.-14							
11-abr.-14							
12-abr.-14							
13-abr.-14							
14-abr.-14							
15-abr.-14							
16-abr.-14							
17-abr.-14							
18-abr.-14							
19-abr.-14							
20-abr.-14							
21-abr.-14							
22-abr.-14							
23-abr.-14							
24-abr.-14							
25-abr.-14							
26-abr.-14							
27-abr.-14							
28-abr.-14							
29-abr.-14							
30-abr.-14							

**Cuadro 16:** Formato para el registro de la temperatura

FECHA	TEMPERATURA (°C)			OSERVACIONES
	6 a.m	12 m.	06:00 p.m.	
01-abr				
02-abr				
03-abr				
04-abr				
05-abr				
06-abr				
07-abr				
08-abr				
09-abr				
10-abr				
11-abr				
12-abr				
13-abr				
14-abr				
15-abr				
16-abr				
17-abr				
18-abr				
19-abr				
20-abr				
21-abr				
22-abr				
23-abr				
24-abr				
25-abr				
26-abr				
27-abr				
28-abr				
29-abr				
30-abr				

## CONSTANCIA

PALMAGRO SAC con RUC 20393282160 y el Proyecto Polinización de Palma de Contrato N° 103 – FINCyT-FIDECOM-PIPEA-2013, con domicilio fiscal Calle 2 Mz E Lote 6 Urbanización El Bosque – Yarinacocha – Ucayali;

HACE CONSTAR QUE: **MESIAS SMITH ARUSTEGUI GARCÍA**, HA LABORADO EN NUESTRA EMPRESA COMO TESISISTA E INVESTIGADOR CON TÍTULO: **"Identificación y fluctuación poblacional de Insectos Polinizadores en el Cultivo de Palma Aceitera en el Distrito de Campo Verde, Región Ucayali"**, del 01 de enero al 30 de setiembre del 2014 COMO PARTE DEL PROYECTO **"Estandarización de la tecnología de polinización asistida como estrategia del incremento de productividad en palma aceitera, en la región Ucayali"**; ADEMÁS DE ELLO FORMÓ PARTE DEL EQUIPO TÉCNICO DEL ÁREA DE SANIDAD VEGETAL DE NUESTRA EMPRESA.

EL MENCIONADO PROFESIONAL DEMOSTRÓ RESPONSABILIDAD Y EFICIENCIA EN LOS OBJETIVOS QUE SE LE PLANTEARON.

SE EXPIDE LA PRESENTE, PARA LOS FINES QUE CREA CONVENIENTE.

Yarinacocha, Setiembre del 2014.

  
PALMAGRO S.A.C  
CONTRATO N° 103 2013  
Ing. Victor Sandi Flores  
Coordinador General

**Figura 25.** Constancia de ejecución de tesis en la empresa Privada "Palmagro S.A.C"

## INFORME DE ENSAYO

1. Información del Solicitante:

Nombre: Palmagro S.A.C

Dirección: Calle 2 Mz "E" Lt "06" Urbanización el Bosque Yarina Cocha

2. Fecha de Recepción de la muestra: Procedencia de la muestra:

09/06/2014

Fundo: "El Refugio"/Campo Verde/Coronel Portillo/Ucayali.

3. Cultivo:

Nombre Común: Palma aceitera Nombre Científico: *Elaeis guinensis*

4. Resultado por método de ensayo:

Entomología

Tipo: Espécimen.

Cantidad: 80unds

METODO: IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS CON PREPARACIÓN MICROSCÓPICA

Fecha termino: 22/07/2014


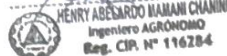
Resultado:

Se concluye la identificación:

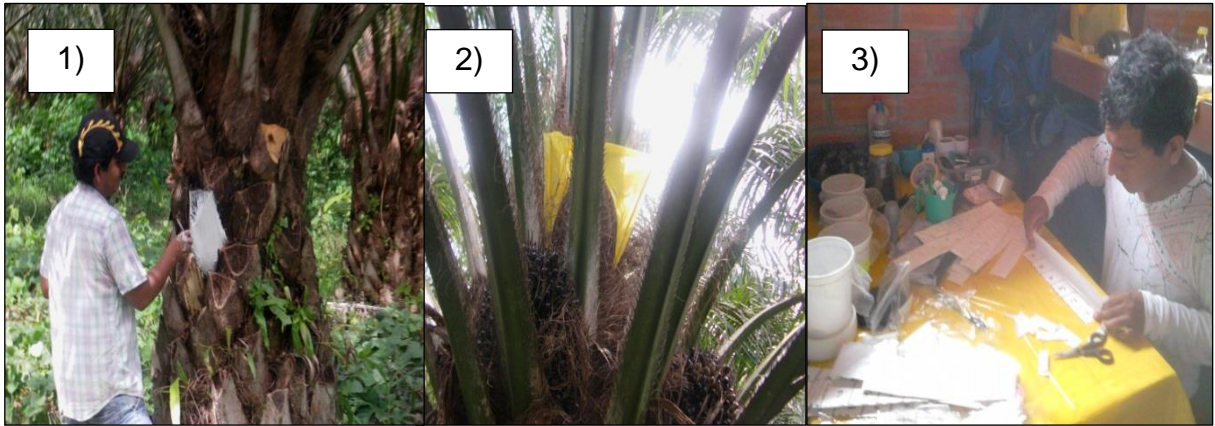
*Elaeidobius kamerunicus* COLEOPTERA: CURCULIONIDAE

*Elaeidobius subvittatus* COLEOPTERA: CURCULIONIDAE.

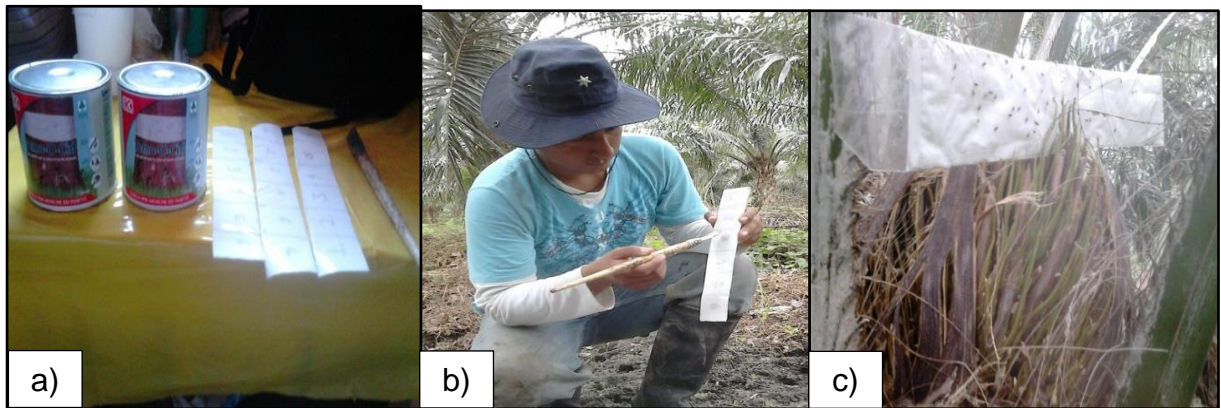
Pucallpa 20 de junio del 2014.

  
  
HENRY ABESARDO MAMANI CHANINI  
Ingeniero AGRÓNOMO  
Reg. CIP. N° 116284

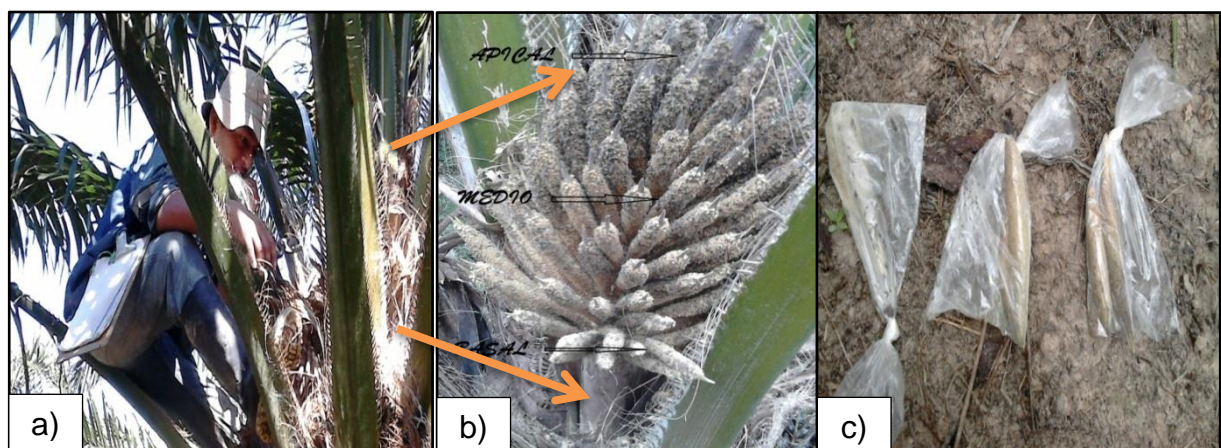
**Figura 26.** Informe de especies identificadas empresa Privada "Palmagro S.A.C"



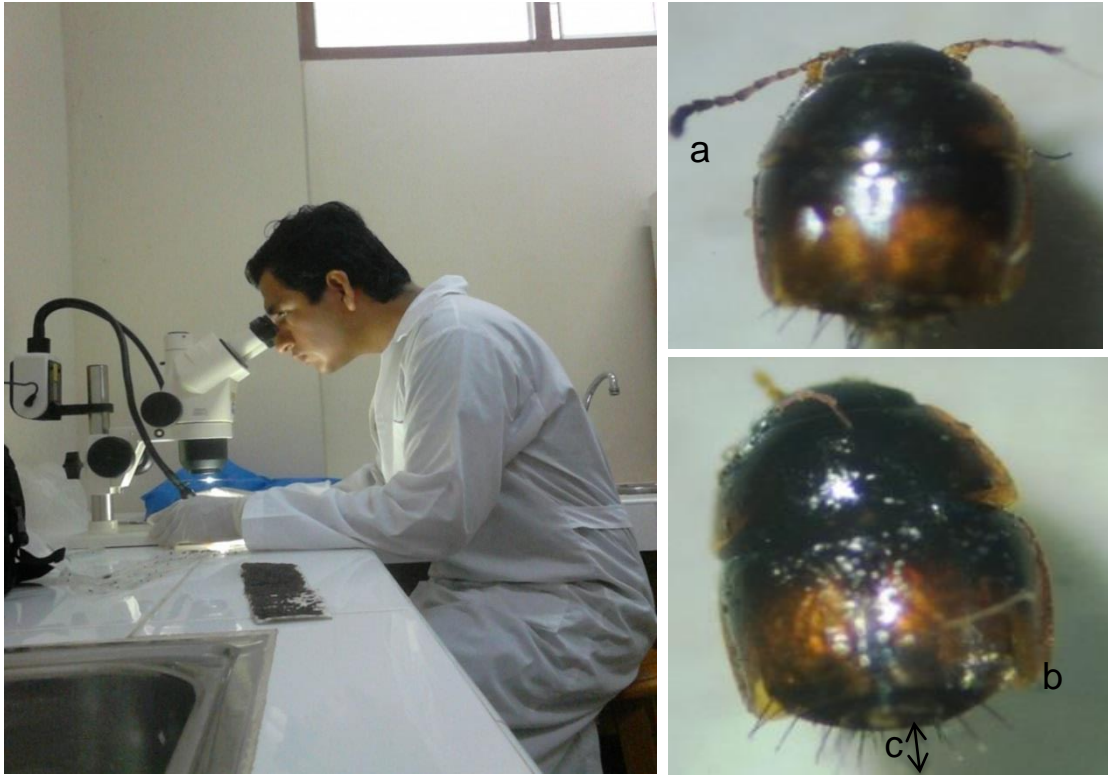
**Figura 27.** Estudios previos al estudio, 1) Codificación de palmas - 2) Estudios previos con trampa amarillara - 3) diseño final de trampas de color blanco – fase de campo



**Figura 28.** Muestreo en IFA, a) Materiales - b) Enbarrando la trampa – c) Puesto



**Figura 29:** Muestreo en IMA, a) Localización – b) Tercios – c) Espigas disectadas



**Figura 30.** 1) Identificación del (Coleptera: Nitidulidae) *Microporum* sp polinizador indirecto, presenta antena clava formada por tres últimos segmentos (a), con alas anteriores cortas de color amarillo desde la parte media hasta la base (b), Notese el abdomen retráctil expuesto detrás de las alas anteriores, con baja presencia de setas (c), Corroborado por Hala *et al.* (2012).



**Figura 31.** Cuantificación de polinizadores, a) trampas - IFA, b) insectos en placa petri provenientes de espigas - IMA



a



b

**Figura 32:** Visita de los jurados y asesor de la UNIA, a) Sustentación en campo – b) baner localizado en la parcela A5



**Figura 33.** Visita del asesor científico de la UNALM, a) Sustentación en campo – b) baner localizado en la parcela A5





