

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
MENCIÓN: AGRICULTURA SOSTENIBLE**



**IDENTIFICACIÓN Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE COLEÓPTEROS
POLINIZADORES EN EL CULTIVO DE *Elaeis guineensis* (PALMA ACEITERA) EN
LA EMPRESA OCHO SUR S.A.C.**

Tesis

Para optar el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS,
MENCIÓN: AGRICULTURA SOSTENIBLE**

PRESENTADO POR:

PERLEY LAMA ISMINIO

ASESOR:

MIGUEL EDUARDO ANTEPARRA PAREDES

Tingo María – Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO – FACULTAD DE AGRONOMÍA



“Año del bicentenario, de la consolidación de nuestra independencia y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Nro. 001-2024-UP-FA-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 11:00 a.m., del martes 27 de febrero de 2024, reunidos en la sala de audiovisuales de la Facultad de Agronomía, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

“IDENTIFICACIÓN Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE COLEOPTEROS POLINIZADORES EN EL CULTIVO DE *Elaeis guineensis* (PALMA ACEITERA) EN LA EMPRESA OCHO SUR S.A.C.”

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias Agrícolas, mención: Agricultura Sostenible, **PERLEY LAMA ISMINIO**.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **BUENO**.

Acto seguido, a horas 1:10 p.m. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

.....
Dr. **ROLANDO RIOS RUIZ**
Presidente del Jurado

.....
M.Sc. **JOSÉ LUIS GIL BACILIO**
Miembro del Jurado



.....
M. Sc. **JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA**
Miembro del Jurado

.....
M. Sc. **MIGUEL EDUARDO ANTEPARRA PAREDES**
Asesor



“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 125 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Maestría en Ciencias Agrícolas Mención: Agricultura Sostenible

Tipo de documento:

Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	-------------------------------------	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
IDENTIFICACIÓN Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE COLEÓPTEROS POLINIZADORES EN EL CULTIVO DE <i>Elaeis guineensis</i> (PALMA ACEITERA) EN LA EMPRESA OCHO SUR S.A.C.	PERLEY LAMA ISMINIO	22 % Veintidós

Tingo María, 05 de mayo de 2025


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Menacho Mallqui
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO
FACULTAD DE AGRONOMÍA

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
MENCIÓN: AGRICULTURA SUSTENTABLE



IDENTIFICACIÓN Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE COLEÓPTEROS
POLINIZADORES EN EL CULTIVO DE *Elaeis guineensis* (PALMA ACEITERA) EN
LA EMPRESA OCHO SUR S.A.C.

Autor : Perley Lama Isminio

Asesor : M. Sc. Miguel Anteparra Paredes

Área de investigación : Ciencias Agrícolas

Línea de investigación : Diagnostico y control de plagas

Eje temático de investigación : Fluctuación e identificación de insectos polinizadores

Lugar de ejecución : Distrito de Nueva Requena, región Ucayali, fundo
Tibecocho (Empresa Ocho Sur)

Duración del trabajo : 13 meses

Financiamiento : S/. 15 000,00

Tingo María - Perú – 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
VICERRECTOR DE INVESTIGACION
Instituto de Investigación
Unidad de Gestión de la Investigación

FORMATO PARA REGISTRAR EL PROYECTO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la selva
Escuela de Posgrado	: EPG-UNAS
Posgrado	: Maestría en Ciencias Agrícolas
Mención	: Agricultura Sostenible
Título de la Tesis	: IDENTIFICACIÓN Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE COLEOPTEROS POLINIZADORES EN EL CULTIVO DE <i>Elaeis guineensis</i> (PALMA ACEITERA) EN LA EMPRESA OCHO SUR S.A.C.
Objetivo General	: Identificar las especies de insectos polinizadores presentes en el cultivo joven (32 meses de edad) de palma aceitera, analizando su fluctuación poblacional a lo largo del tiempo, evaluando su relación directa con las inflorescencias masculinas y femeninas, así como la posible influencia de las variables ambientales.
Autor de la Tesis	: Perley Lama Isminio
DNI	: 23012505
Correo electrónico	: Perley.lama@unas.edu.pe
Asesores	: M.Sc. Miguel Anteparra Paredes.
Área de Investigación	: Ciencias Agrícolas.
Grupo de Investigación	: PLANTAS AGRICOLAS, MEDICINALES, ORNAMENTALES Y FLORISTICOS.
Línea de investigación	: Diagnostico y control de plagas.
Lugar de Ejecución	: Distrito de Nueva Requena. Región Ucayali, fundo Tibecocha (Empresa Ocho Sur
Fecha de inicio	: Noviembre del 2015.
Fecha de finalización	: Noviembre del 2016
Presupuesto	: S/. 15,000
Financiamiento	: Propio (X) FIF () Externo ()

Según: Resolución: N° 461-2023-R-UNAS y Resolución: N° 295-2023-R-UNAS

DEDICATORIA

- A Dios todo poderoso que siempre ilumina mi camino familiar y profesional, en este mundo maravilloso.
- A mis padres Demetrio Lama Dominguez y Silvia Isminio Mori, siempre pendientes desde el primer día de mi vida sobre esta tierra, por sus enseñanzas en amar la agricultura, el campo y transmitir a mi generación.
- Al amor de mi vida, Rosario Del Pilar, por su valioso apoyo en mi desarrollo familiar y profesional, siempre alegre con una sonrisa estando pendiente de mí y ser mi fortaleza para seguir adelante.
- A mis hijos Paulo Eduardo, Adriano Farith y Perley Fausto, que siempre me esperan en casa con una sonrisa y un abrazo fuerte, que son el motivo de inspiración para seguir saliendo adelante sobre esta tierra y ser ejemplo de superación para ellos.
- A Percy, Paúl, Ángelo, hermanos de todo corazón, por sus consejos, compañerismo y confianza que nos tenemos, y ser un ejemplo de nuestra futura generación.

AGRADECIMIENTO

- A la Escuela de Posgrado y Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a cada uno de los docentes quienes me formaron y reforzaron mis conocimientos en el valioso mundo de la agricultura tropical.
- A los miembros del Jurado calificador de tesis: Dr. Rolando Ríos Ruiz (Presidente), M. Sc. José Luis Gil Bacilio (Miembro), M. Sc. Jorge Adriazola Del Águila (Miembro) y M. Sc. Gianfranco Egoavil Jump (Miembro). Por su revisión, observaciones acertadas y aportes para obtener una publicación de calidad de acuerdo al rigor científico.
- Al M. Sc. Miguel Anteparra Paredes, asesor del presente trabajo, por su valioso apoyo en el proyecto, ejecución y observaciones de redacción, del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Mesías Smith Arústegui García, por su apoyo en identificación, orientación y aporte en el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Floyran Evaristo Isidro Fernández, por su valioso apoyo en revisión y procesamiento de datos estadísticos.
- Al Sr. Wilder Oyola Sifuentes, su apoyo incondicional en campo durante la instalación, ejecución del presente trabajo.
- A la Empresa Ocho Sur, por brindarme el apoyo profesional y la oportunidad de desarrollar el presente trabajo de investigación, como agradecimiento especial a los Ings. Alexander Rosales Bardales y Alexander Vince Espíritu Cisterna.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Biología floral de la palma aceitera.....	3
2.1.1. Las flores e inflorescencias	3
2.1.2. Etapas de desarrollo de las inflorescencias	4
2.1.3. Morfología de inflorescencias masculinas (IM) y femeninas (IF).....	4
2.1.4. Fenología reproductiva	6
2.2. Polinización de la palma aceitera	11
2.2.1. Polinización asistida.....	11
2.2.2. Polinización entomófila	11
2.3. Insectos polinizadores	12
2.3.1. Polinización entomófila con <i>Elaeidobius kamerunicus</i> Faust.	13
2.3.2. Descripción morfológica y biología de <i>Elaeidobius subvittatus</i> Faust.....	15
2.3.3. Habilidad de búsqueda de las inflorescencias.....	16
2.3.4. Acarreo de polen	17
2.4. Relación entre las inflorescencias y los insectos polinizadores	17
2.4.1. Inflorescencias masculinas.....	17
2.4.2. Inflorescencias femeninas	18
2.5. El olor de las inflorescencias en la atracción de los insectos polinizadores.....	18
2.6. Condiciones climáticas para la palma aceitera	19
2.6.1. Temperatura	19
2.6.2. Precipitación pluvial	19
2.6.3. Radiación solar.....	19
2.6.4. Viento.....	20
2.7. Antecedentes	20
2.7.1. A nivel local – nacional	20
2.7.2. A nivel internacional.....	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1. Lugar de ejecución	22
3.1.1. Ubicación política y geográfica	22
3.1.2. Características de las parcelas del fundo Tibecocha.....	22
3.1.3. Mapa de ubicación del trabajo de investigación	22
3.1.4. Datos meteorológicos.....	23

3.2. Materiales y métodos.....	24
3.2.1. Tipo y nivel de investigación.....	24
3.2.2. Población y muestra.....	24
3.2.3. Componentes en estudio.....	25
3.2.4. Selección de las parcelas.....	25
3.2.5. Ejecución del estudio.....	26
3.2.6. Muestreo de los insectos polinizadores en inflorescencia masculina.....	28
3.2.7. Registro de variables climatológicas.....	31
3.2.8. Síntesis y procesamiento de datos levantados en campo.....	31
3.2.9. Diseño de la investigación.....	31
3.2.10. Tipo de análisis.....	32
3.2.11. Descripción de técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. Identificación taxonómica de los insectos polinizadores de la palma aceitera del fundo Tibecocha.....	33
4.2. Descripción morfológica de las especies encontradas en el estudio.....	33
4.2.1. <i>Elaeidobius kamerunicus</i>	33
4.2.2. <i>Elaeidobius subvittatus</i>	36
4.3. Estadística descriptiva de las variables climáticas.....	38
4.4. Población de insectos polinizadores.....	39
4.5. Variables climáticas de influencia en la inflorescencia masculina y femeninas en antesis (IMA y IFA).....	40
4.6. Variables de influencia sobre las especies polinizadoras en la inflorescencia masculina en antesis.....	49
4.6.1. Variables ambientales en <i>E. kamerunicus</i> sobre las IM en antesis.....	54
4.6.2. Variables ambientales en <i>E. subvittatus</i> sobre las IM en antesis.....	54
4.7. Variables de influencia en la población de especies polinizadoras en la inflorescencia femenina en antesis.....	55
4.7.1. Variables ambientales en <i>E. kamerunicus</i> sobre las IF en antesis.....	59
4.7.2. Variables ambientales en <i>E. subvittatus</i> sobre las IF en antesis.....	60
V. CONCLUSIONES.....	61
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	62
VII. REFERENCIAS.....	63
ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Datos meteorológicos: de noviembre 2015 a noviembre 2016.	23
2. Población total de insectos polinizadores por hectárea, capturados en los dos materiales genéticos (noviembre del 2015 a noviembre del 2016: 13 meses de evaluación).....	39
3. Resumen de los datos de evaluación.	69
4. Resumen de datos climatológicos.	70
5. Estadísticos descriptivos de las variables climáticas anuales.....	70
6. Estadísticos descriptivos de las variables dependientes en Deli x Lame (CIRAD).	71
7. Estadísticos descriptivos de las variables dependientes en Dami las flores (OLEOFLORES).	71
8. Matriz de correlación de Pearson en Deli x Lame (CIRAD).	72
9. Matriz de correlación de Pearson en Dami las flores (OLEOFLORES).	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Vista al microscopio del polen en forma tetraédrico.....	5
2. Partes de una inflorescencia femenina de <i>E. guineensis</i> : A) Inflorescencia femenina en antesis; B) Raquis; C) Espiguilla.....	6
3. Estadio principal de crecimiento 5: A) Estadio 500 inflorescencia no visible; B) Estadio 501 estructura floral cerrada; C) Estadio 503 emergencias de la inflorescencia en un 30 %; D) Estadio 505 emergencia de la inflorescencia en un 50 %; E) Estadio 509 emergencia de la inflorescencia en un 90 %	7
4. Inflorescencia masculina; A) Estadio 601. Pre antesis I; B) Estadio 602. Pre antesis II; C) Estadio 603. Pre antesis III.	8
5. A) Inflorescencia masculina en antesis; B) Anteras en antesis de <i>E. guineensis</i>	9
6. Inflorescencia femenina: A) Estadio 601. Pre antesis I; B) Estadio 602. Pre antesis II; C) Estadio 603. Pre antesis III.	10
7. Inflorescencia femenina en: A) Estadio 607. Antesis; B) Estadio 609. Post antesis; C) Formación de antocianinas después de la polinización.....	11
8. Vista dorsal de insectos asociados a la polinización en el cultivo de palma: A) macho de <i>E. kamerunicus</i> Faust, donde se observa los pelos marginales; B) <i>E. subvittatus</i> Faust, con franjas oscuras; C) <i>Mystrops costarricense</i> , donde se observa cuerpo oscurecido por pubescencia dorada.	13
9. Detalle de la morfología de <i>Elaeidobius kamerunicus</i> Faust. (Coleoptera Curculionidae); A) Vista dorsal de un adulto macho y B) Vista dorsal de un adulto hembra.....	14
10. Detalle de la morfología de <i>Elaeidobius subvittatus</i> Faust. (Coleoptera Curculionidae); A y B) Vista dorsal de un adulto macho y hembra, mostrando los élitros con franjas oscuras.	16
11. Ubicación de la investigación en el departamento de Ucayali.	22
12. Vista satelital del área en el cual se ejecutó el trabajo de investigación.	23
13. A) Vista ventral de un macho adulto de <i>E. kamerunicus</i> con contraste con luz, donde se observa las setas doradas marginales B) Vista ventral de una hembra, obsérvese la ausencia de las setas marginales; C) Vista dorsal de los élitros del macho.....	34

14.(A) Vista lateral; (B) Vista dorsal de un macho adulto de <i>E. kamerunicus</i> , donde se observan los callos o calluses (círculo rojo) y el penacho o mechón setal (círculo azul).....	35
15.A) Vista dorsal de una hembra adulta; B) Vista dorsal de los élitros de <i>E. kamerunicus</i> , observase la ausencia de setas marginales.	36
16.Vista dorsal de un adulto de <i>E. subvittatus</i>	36
17. (A) Vista lateral de un adulto de <i>E. subvittatus</i> donde se observa coloración castaño o dorado-pálido y las maculaciones.	37
18.Vista ventral de un macho adulto de <i>E. subvittatus</i> donde se observa el proceso espatulado.....	37
19.Fluctuación de las variables climáticas en la etapa de evaluación de noviembre 2015 hasta noviembre 2016.....	39
20.Fluctuación poblacional de inflorescencias femeninas en antesis (IFA) e inflorescencias masculinas en antesis (IMA) en la variedad Deli x Lame (CIRAD).	40
21.Diagrama de dispersión entre la variable número de IF en antesis y el número de IM en antesis.	41
22.Fluctuación poblacional de inflorescencias masculinas y femeninas en antesis entre la precipitación lluvia anual (mm) en la variedad Deli x Lame (CIRAD).	42
23.Diagrama de dispersión: A) entre la variable número de IMA y la PP (mm); B) entre la variable número de IFA y la PP (mm).....	42
24.Fluctuación poblacional de inflorescencias masculinas y femeninas en antesis: A) T (°C) y HR (%); B) Evapotranspiración (mm); C) Presión barométrica (Mb) en la variedad Deli x Lame (CIRAD).	45
25.Fluctuación poblacional de IFA e IMA en la variedad Dami las flores (OLEOFLORES).....	46
26.Diagrama de dispersión entre la variable número de IFA el número de IMA en la variedad Dami las flores (OLEOFLORES).....	47
27.Fluctuación poblacional de IMA, IFA: A) Temperatura (°C) y HR (%); B) Precipitación pluvial (mm); C) Evapotranspiración (mm).	48
28.Fluctuación poblacional de IMA y IFA y la presión barométrica (Mb).	49
29.Fluctuación poblacional de la inflorescencia masculina en antesis y los insectos polinizadores en el material genético Deli x Lame (CIRAD).	49

30. Diagrama de dispersión: A) Entre la IMA y N° de <i>Elaeidobius kamerunicus</i> ; B) Entre la IMA y N° <i>Elaeidobius subvittatus</i> de en la variedad Deli x Lame (CIRAD)	50
31. Fluctuación poblacional de IMA y las especies polinizadores en el material genético Dami las flores (OLEOFLORES).	51
32. Diagrama de dispersión: A) Entre IM en antesis y N° de <i>Elaeidobius kamerunicus</i> ; B) entre la IMA y N° de <i>Elaeidobius subvittatus</i> ; B) Entre el N° de <i>E. kamerunicus</i> y el N° de <i>E. subvittatus</i> .	53
33. Fluctuación poblacional de la inflorescencia femenina en antesis y los insectos polinizadores en el material genético Deli x Lame (CIRAD).	55
34. Diagrama de dispersión; A) Entre la IFA y N° de <i>Elaeidobius kamerunicus</i> ; B) Entre la IFA y N° de <i>Elaeidobius subvittatus</i> ; C) Entre el N° de <i>Elaeidobius kamerunicus</i> y N° de <i>Elaeidobius subvittatus</i> en inflorescencias femeninas en antesis.	56
35. Fluctuación poblacional de IFA y las especies polinizadores en el material genético Dami las flores (OLEOFLORES).	57
36. Diagrama de dispersión: A) Entre la IFA y N° de <i>Elaeidobius kamerunicus</i> ; B) Entre la IFA y N° de <i>Elaeidobius subvittatus</i> ; C) Entre el N° de <i>Elaeidobius kamerunicus</i> y el N° de <i>Elaeidobius subvittatus</i> .	58
37. Plano de las parcelas del fundo Tibecocha – Ocho Sur SAC.	73
38. Croquis de evaluación de inflorescencias femeninas (IF) y población de insectos polinizadores (Parcela G5c)	74
39. Croquis de evaluación de inflorescencias femeninas (IF) y población de insectos polinizadores (Parcela H6a)	75
40. Formato para registro de datos fenológicos de IMA e IFA.	76
41. Formato para registro de polinizadores en espigas de IMA.	77
42. Formato para registro de polinizadores en las trampas de IFA.	78
43. Panel de fotos de evaluación de polinizadores en IFA.	79
44. Panel de fotos de evaluación de polinizadores en IMA	80
45. Panel de fotos de evaluación de identificación y población de insectos polinizadores en laboratorio.	81
46. Panel de fotos de la parcela experimental.	81

RESUMEN

Este estudio investigó la fluctuación poblacional de los insectos polinizadores en relación con la inflorescencia masculina y femenina en el cultivo de palma aceitera. Se realizaron muestreos sistemáticos en dos parcelas con diferentes materiales genéticos durante un período de un año. Se identificaron dos especies de insectos polinizadores, *Elaeidobius kamerunicus* Faust y *Elaeidobius subvittatus* Faust, pertenecientes al género *Elaeidobius* de la familia Curculionidae. La mayoría de los polinizadores fueron *E. kamerunicus* (81,30%) y el resto fueron *E. subvittatus* (18,70%). Se observó que el 86,50% de los polinizadores se encontraban en inflorescencias masculinas en antesis, mientras que solo el 13,50 % estaban en inflorescencias femeninas en antesis. Se encontró una correlación significativa entre el número de inflorescencias masculinas en antesis y la población de *E. kamerunicus* y *E. subvittatus*. Las variables climáticas, como la precipitación, la temperatura, la presión barométrica y la humedad relativa, tuvieron un impacto en las inflorescencias masculinas en antesis y la presencia de los insectos polinizadores. En resumen, este estudio encontró que *E. kamerunicus* y *E. subvittatus* son los principales insectos polinizadores en el cultivo de palma aceitera. La mayoría de los polinizadores se encuentran en las inflorescencias masculinas en antesis, y se observó una correlación entre el número de inflorescencias masculinas y la población de polinizadores. Las variables climáticas también influyeron en la presencia de polinizadores en las inflorescencias masculinas.

Palabras clave: *Elaeidobius kamerunicus*, *E. subvittatus*, inflorescencias, polinizadores, fluctuación poblacional.

**The Identification and Fluctuation of the Population of Coleoptera Pollinators for the
Elaeis guineensis (Oil Palm) Crop at the Ocho Sur S.A.C. Company**

Abstract

In this study, the fluctuation of the population of the pollinator insects in relation to the masculine and feminine inflorescences from the oil palm crop was researched. Systematic sampling was done for two plots with different genetic material during a one year period. Two insect pollinator species were identified, *Elaeidobius kamerunicus* Faust and *Elaeidobius subvittatus* Faust; belonging to the *Elaeidobius* genre of the Curculionidae family. The majority of the pollinators were *E. kamerunicus* (81.30%) and the rest were *E. subvittatus* (18.70%). It was observed that 86.50% of the pollinators were found in masculine inflorescences in anthesis; meanwhile, only 13.50% were in feminine inflorescences in anthesis. A significant correlation was found between the number of masculine inflorescences in anthesis and the *E. kamerunicus* and *E. subvittatus* population. The climate variables, such as precipitation, temperature, barometric pressure, and relative humidity had an impact on the masculine inflorescences in anthesis and the presence of the pollinator insects. In summary, in this study it was found that *E. kamerunicus* and *E. subvittatus* were the principal pollinator insects for the oil palm crop. The majority of the pollinators were found in the masculine inflorescences in anthesis, and a correlation between the number of masculine inflorescences and the pollinator population was observed. The climate variables also influenced the presence of pollinators in the masculine inflorescences.

Keywords: *Elaeidobius kamerunicus*, *E. subvittatus*, inflorescences, pollinators, fluctuation of the population.

I. INTRODUCCIÓN

Elaeis guineensis Jacquin. (Palma africana de aceite), es una oleaginosa perenne que presenta una máxima producción de aceite por unidad superficial. Esta alta productividad se debe a la constante producción de sus racimos que depende de la polinización certera por los insectos (Labarca y Narváez, 2009). En la actualidad, la superficie sembrada en el Perú es de 95 048 ha, siendo las regiones de San Martín y Ucayali las que representan más del 83% del área sembrada, en cuanto que las superficies restantes (17%) están dentro de las regiones de Loreto y Huánuco (SPDE, 2020).

El rendimiento en plantas jóvenes muchas veces se ve afectada por el menor tamaño y peso de los racimos. Esto es debido a la poca emisión de inflorescencias masculinas durante los primeros meses de iniciada la producción, momento en que la población de insectos polinizadores es muy baja por no tener las condiciones adecuadas para su ciclo biológico.

La polinización de esta planta es ejecutada, por lo general, a través de muchos insectos curculiónidos correspondiente al género *Elaeidobius*, del cual, *E. kamerunicus* sobresale por ser un polinizador eficiente (Syed, 1979), de gran especificidad respecto al huésped donde completan su ciclo de vida. Además de ello, *E. kamerunicus* tiene alta dependencia por la inflorescencia masculina, garantizando su supervivencia (Kevan et al., 1986).

Por otro lado, la especie *E. subvittatus* se considera de alta especificidad, aunque sobrevive en asociación con a *E. oleifera*. Los individuos adultos de *E. subvittatus* pueden alimentarse en algunas ocasiones de las inflorescencias del cocotero (*Cocos nucifera*), pero no completan su ciclo vital (Syed, 1984).

Antes de la introducción de *E. kamerunicus* en América Latina, fueron identificados dos insectos polinizadores, de la familia Nitidulidae fue el género *Mystrops*, especie americana y, de la familia Curculionidae estuvo *E. subvittatus*, el cual pudo haber sido introducido erróneamente (Chinchilla y Richardson, 1990). En un estudio se encontró que hay una relación directa entre la cantidad de inflorescencias masculinas con la densidad poblacional de *E. kamerunicus* (Bulgarelli et al., 2002).

Sin embargo, aún faltan realizar trabajos en zonas específicas del Perú donde el cultivo de la palmera africana posee gran importancia, en el cual, evaluando adecuada y oportunamente el comportamiento de la población de polinizadores, así como la identificación de las especies predominantes, nos permitirían tomar las medidas necesarias, principalmente en cuanto a la polinización asistida.

Es por ello, que el presente trabajo tiene como objetivos:

- a. Identificar las especies de insectos polinizadores presentes en el cultivo joven (32 meses de edad) de palma aceitera, analizando su fluctuación poblacional a lo largo del tiempo, evaluando su relación directa con las inflorescencias masculinas y femeninas.
- b. Investigar la posible influencia indirecta de variables ambientales como la temperatura, precipitación, presión barométrica, evapotranspiración y humedad relativa en la presencia y comportamiento de los insectos polinizadores.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Biología floral de la palma aceitera

Presenta un estípote tipo pleonántico, que se caracteriza por presentar inflorescencias axilares al costado de donde emergen las hojas y aparecen paralelo al crecimiento vegetativo de la planta (Adam et al., 2005). En una misma palmera se observan inflorescencias femeninas y masculinas en ciclos alternados cuyo periodo de permanencia es variable, dependen de la genética y los factores del ambiente. La inflorescencia posee un desarrollo inicial entre 2 – 3 años y se caracteriza por encontrarse revestido por las hojas (Corley, 1976). En la inflorescencia femenina, la antesis sucede entre las hojas 17 al 20 y el racimo se desarrolla entre 4,5 hasta 6,0 meses donde logra su fase de madurez. Un racimo maduro presenta dimensiones superiores a los 50 cm de longitud con 35 cm de ancho, se constituye por los tallos de las espiguillas, lugar donde está insertado el fruto y la espina (Corley y Tinker, 2009).

2.1.1. Las flores e inflorescencias

Presenta un tipo de floración pleonántica, cuya característica es que en un estípote emergen inflorescencias axilares. Su periodo de reproducción no es determinado, siendo una particularidad en el 95% de especies de palmeras (Adam et al., 2005).

El género *Elaeis* poseen especies monoicas, produciendo en una planta de manera separada la inflorescencia masculina y femenina. Además de ello, la palma aceitera es proterandrias, que se caracteriza por madurar primero el gametofito masculino siendo seguido por el gametofito femenino, lo cual determina que, el polen se forma y se encuentra listo, mientras que en caso del estigma de la flor femenina no se encuentra madura para poder recepcionar dicho polen (Raygada, 2005), generando una tipología reproductiva alógama o también conocida como la polinización cruzada. La inflorescencia masculina y femenina aparecen en las axilas de cada hoja, se observan las primeras aproximadamente entre los 20 a 24 meses luego de ser instaladas en terreno definitivo. Por lo general hay ciclos de producción de inflorescencias masculinas y femeninas con variaciones estacionales de la producción (Ortiz y Fernández, 1994).

La inflorescencia se forma desde la cuarta hoja producida por la palmera, transcurriendo entre los 30 a 35 meses de tiempo para completar su madurez, y en gran parte de este periodo la inflorescencia está protegido en la parte basal de la hoja que contiene dicho órgano reproductor (Henry, 1955).

2.1.2. Etapas de desarrollo de las inflorescencias

Según Forero et al. (2012), indica que las inflorescencias se desarrollan en tres etapas: individualización de la yema, diferenciación sexual y alargamiento de la inflorescencia. A los dos años, sucede la diferenciación sexual y en esta fase ocurre la ubicación intermedia del punto de crecimiento con la emergencia junto con la hoja flecha, dentro de los 28 a 30 meses tiene inicio la ampliación de la inflorescencia, la apertura de la bráctea, así como la floración.

2.1.3. Morfología de inflorescencias masculinas (IM) y femeninas (IF)

Morfológicamente las inflorescencias son sistemas de ramificaciones monopodiales que se desarrollan en la parte axilar de una hoja, se compone de un pedúnculo, como eje principal, cuya dimensión común en la madurez es de 20 a 30 cm en el femenino y supera los 40 cm para el masculino, con lo cual sobresale en mayor medida de la axila foliar, insertadas al pedúnculo se encuentra el raquis, insertadas a ellas están las espiguillas (ramas que sostienen las flores) en forma de espiral secuenciada de abajo hacia arriba (Adam et al., 2005).

2.1.3.1. Inflorescencia masculina (IM)

Lo conforma un raquis carnoso que contienen entre 100 a 300 espigas cilíndricas cuyas dimensiones son desde los 12 cm hasta los 20 cm y están distribuidos en espiral. Una espiga posee desde 600 hasta 1 200 flores distribuidas en espiral, siendo que una flor posee siete estambres en anteras y en ella el polen de forma tetraédrica con coloración amarillo (Figura 1) y con olor similar al anís. El polen, que depende de su edad, inicia su apertura en la parte basal de la espiguilla. En Malasia, fue observado que el tiempo para que se abra las flores es de dos días, pero durante la época de lluvia el tiempo se prolonga hasta los cuatro días. Casi todo el polen es esparcido entre los dos a tres días posteriores al inicio de la etapa de antesis, cesando su producción a los cinco días posterior a la apertura (Raygada, 2005).

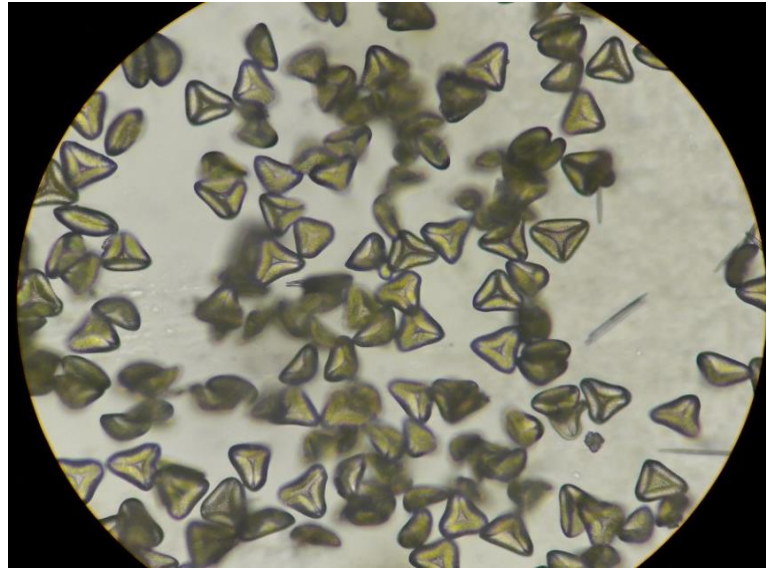


Figura 1. Vista al microscopio del polen en forma tetraédrico.

2.1.3.2. Inflorescencia femenina (IF)

Su característica es que es un racimo globoso (Figura 2A), inicialmente está cubierta por dos espatas coriáceas que se encuentran protegidas, en la base, con cinco a 10 brácteas duras y puntiagudas de aproximadamente 15,0 cm de longitud. Se sostiene del pedúnculo o raquis corto y fuerte (Figura 2B) donde están insertadas cerca de 150 espigas y, en cada una de ellas hay desde 10 hasta 20 flores pequeñas (Figura 2C). Así mismo, presentan una región distal estéril que se convierte en una espina con diferentes tamaños que por lo general son ramas, diferenciándose así de las espinas de las brácteas que rodean las flores (Corley y Tinker, 2009).

En los híbridos la espina de la bráctea donde se inserta la flor es más corta; su extremo no es puntiagudo y es de color marrón medio. La flor femenina posee el perianto doble y su pistilo se compone de un ovario tricarpelar, además de su estigma sésil (Ortiz y Fernández, 1994).

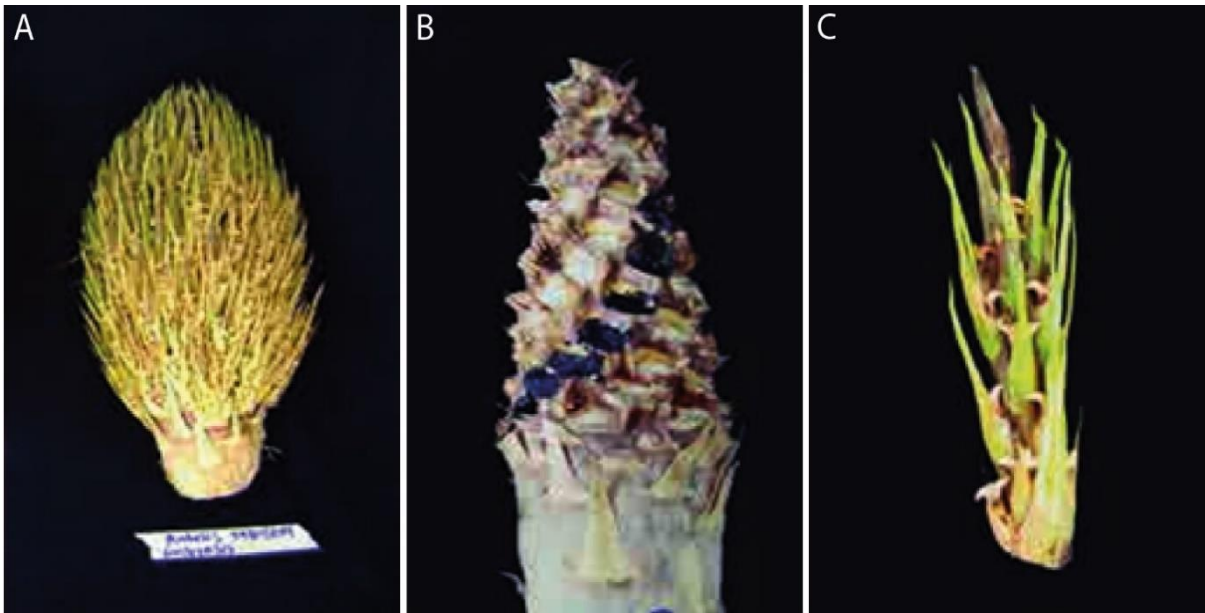


Figura 2. Partes de una inflorescencia femenina de *E. guinensis*: A) Inflorescencia en anthesis; B) Raquis; C) Espiguilla

Fuente: Tomados de P. Hormaza (2010).

2.1.4. Fenología reproductiva

2.1.4.1. Estadio de crecimiento 5: emergencias de las inflorescencias

Según Forero et al. (2012), al crecer una inflorescencia se distinguen tres estadios: inicia con formar la estructura dentro del estípite (Figura 3A); luego emerge la inflorescencia en la parte axilar de una hoja (Figura 3B) y, finalmente, ocurre cuando existe la apertura foliar y es observada la inflorescencia, en donde todavía no es posible diferenciar el sexo por la cubierta generada a causa de las brácteas protectoras, 30% tamaño de emergencia (Figura 3C). La inflorescencia está cubierta en su estado joven mediante una bráctea peduncular y el prófalo, con una emergencia del 50% de la inflorescencia femenina (Figura 3D). En este estadio el sexo de las flores ya está definida, pero no es apreciable por la cobertura adherida y solidificada, aquí se observa una emergencia del 90 % de la Inflorescencia femenina (Figura 3E). En este estado la estructura floral se denomina “no diferenciada” y viene a ser la fase de mayor periodo en el desarrollo de la flor.



Figura 3. Estadio principal de crecimiento 5: A) Estadio 500 inflorescencia no visible; B) Estadio 501 estructura floral cerrada; C) Estadio 503 emergencias de la inflorescencia en un 30%; D) Estadio 505 emergencia de la inflorescencia en un 50%; E) Estadio 509 emergencia de la inflorescencia en un 90%.

Fuente: Tomados de P. Hormaza (2010).

2.1.4.2. Estadio de crecimiento 6: floración

Según Forero et al. (2012), la floración empieza rasgando la bráctea peduncular a la altura media de la inflorescencia. En este estadio se observan las espiguillas que están apretadas al centro; llega a diferenciarse el sexo de la flor; las espiguillas en *E. guineensis* presentan una coloración verde claro.

Inflorescencias masculinas en pre antesis. Las flores masculinas registran longitudes de 3,0 a 4,0 mm y el ancho varía desde 1,5 hasta 2,0 mm. En el desarrollo de pre antesis, están rodeadas por una bráctea triangular, similar a la flor femenina, se constituyen por tres pétalos y tres sépalos (Latiff, 2000). Según Hormaza et al. (2012), en la pre antesis I, al abrir la bráctea peduncular se observan las espiguillas de coloración café, de forma cilíndrica (Figura 4A). En la pre antesis II, las espiguillas están pocas expuestas y libres, a consecuencia de presentar la bráctea peduncular más abiertas (Figura 4B). En la pre antesis III, la bráctea peduncular se encuentra abierta hasta el 30 % de su dimensión, observándose las raquillas y flores cerradas que se cubren por la bráctea del verticilo que está insertada en ella (Figura 4C).

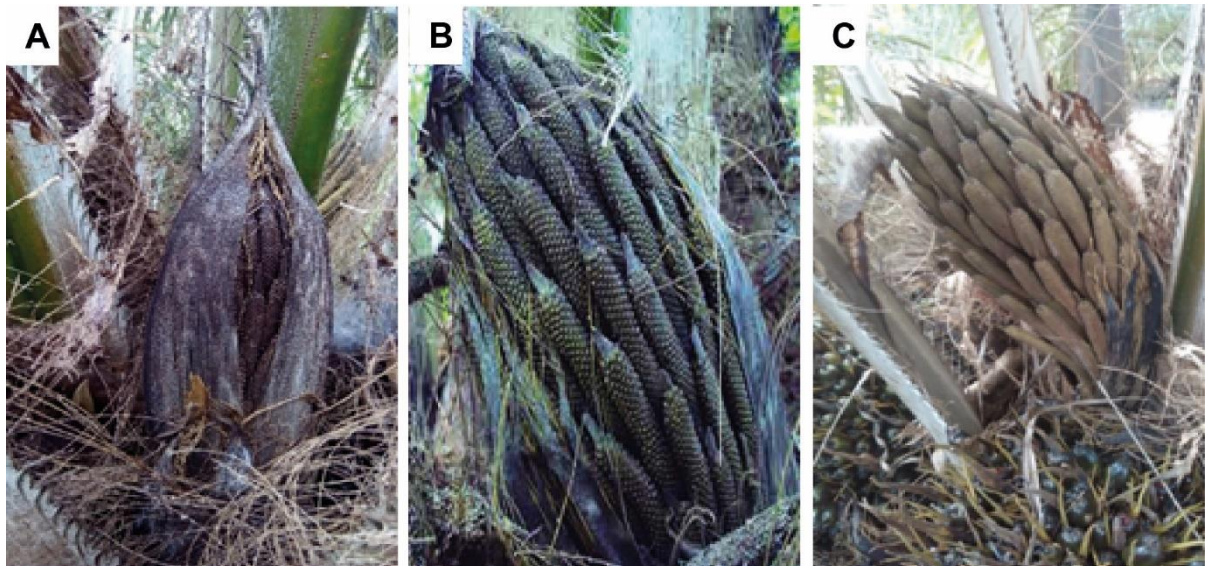


Figura 4. Inflorescencia masculina; A) Estadio 601. Pre antesis I; B) Estadio 602. Pre antesis II; C) Estadio 603. Pre antesis III.

Fuente: Tomados de P. Hormaza y R. Ruiz (2010).

Inflorescencia masculina en antesis. Dransfield et al. (2008), señalan que la antesis en las IM se da cuando existe mayor al 70% de apertura de las flores, considerando la parte basal de la espiguilla (Figura 5A). El polen en la antera es visible generando en ese momento un olor parecido al anís. En esta etapa, la flor sale de la cavidad donde está insertada; sus anteras poseen forma rectangular con dos lóbulos que poseen rendijas por medio del cual se libera el polen cuando los filamentos del estambre se extienden durante la etapa de antesis (Figura 5B).

Inicialmente el polen es de forma ovalada, luego al madurar poseen dos celdas y tienen una silueta en forma de triángulo. Este estadio se logra posterior a siete días

del estadio de pre antesis III, cuya característica es que exista mayor del 70% de flores abiertas considerando la parte basal de cada espiguilla hacia el ápice. Por lo general, se abren las flores a los dos días (Corley y Tinker, 2009).



Figura 5. A) Inflorescencia masculina en antesis; B) Anteras en antesis de *E. guineensis*.

Fuente: Tomados de A. Sánchez (2010).

Corley y Gray (1982), señalan que, la antesis perdura desde 36 a 48 h en palmeras jóvenes con edades de 2 - 4 años. En el post antesis, la flor se torna color café porque se seca su antera, hay ausencia de polen y sus espiguillas inician descomponerse.

Inflorescencia femenina en pre antesis. Para Hormaza *et al.* (2010), las IF en la etapa de pre antesis I, no se visualiza con claridad los botones florales y raquillas apretadas hacia el centro, con coloración verde claro (Figura 6A). En la pre antesis II, se observa la abertura de la bráctea peduncular en la altura media de la inflorescencia, en la parte axilar de la bráctea floral se observa el ápice del botón floral que está cubierto por la bráctea del verticilo, con una coloración verde pálido o rojizo, inicia la apertura de las raquillas (Figura 6B).

En la pre antesis III, el rasgado avanza, inicia a desprenderse la bráctea peduncular, el prófalo se desintegró y se ubica en la parte basal de la inflorescencia, se observan los botones florales con tépalos de color blanco, sus espiguillas y brácteas se encuentra muy separadas (Figura 6C).

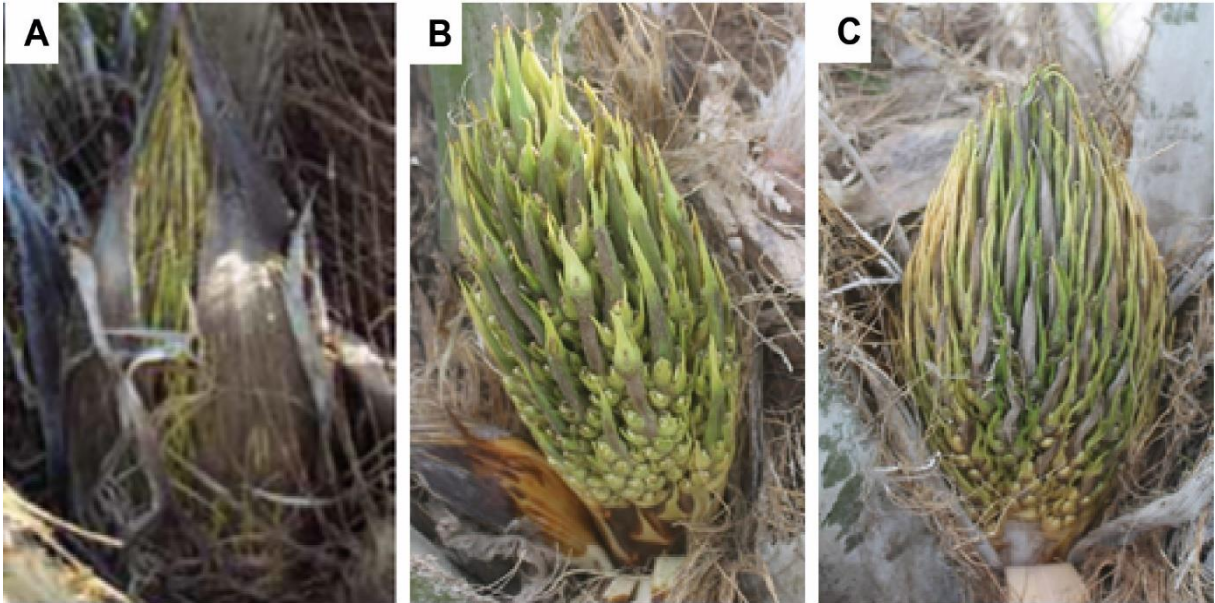


Figura 6. Inflorescencia femenina: A) Estadio 601. Pre anthesis I; B) Estadio 602. Pre anthesis II; C) Estadio 603. Pre anthesis III.

Fuente: Tomados de P. Hormaza y A. Sánchez (2010).

Inflorescencia femenina en anthesis. La anthesis en las inflorescencias tanto masculinas como femeninas ocurre de forma acrópeta, en este estadio las inflorescencias femeninas aperturan más del 70% de los tépalos que exponen los estigmas trilobulados de color crema, que están cubiertos de una sustancia viscosa y aromática para aceptar el polen (Hornaza et al., 2010). El estigma logra captar el polen al separarse los lóbulos durante 24 h (Tandón et al., 2001).

Para Corley y Gray (1982), el periodo que dura la anthesis fluctúa entre 36 a 48 h para palmeras jóvenes con edades entre 2 a 4 años (Figura 7A). Al final de la floración, se inicia la polinización de las flores (Figura 7B), modificándose progresivamente el color de los lóbulos del estigma hasta llegar a púrpura (Figura 7C).

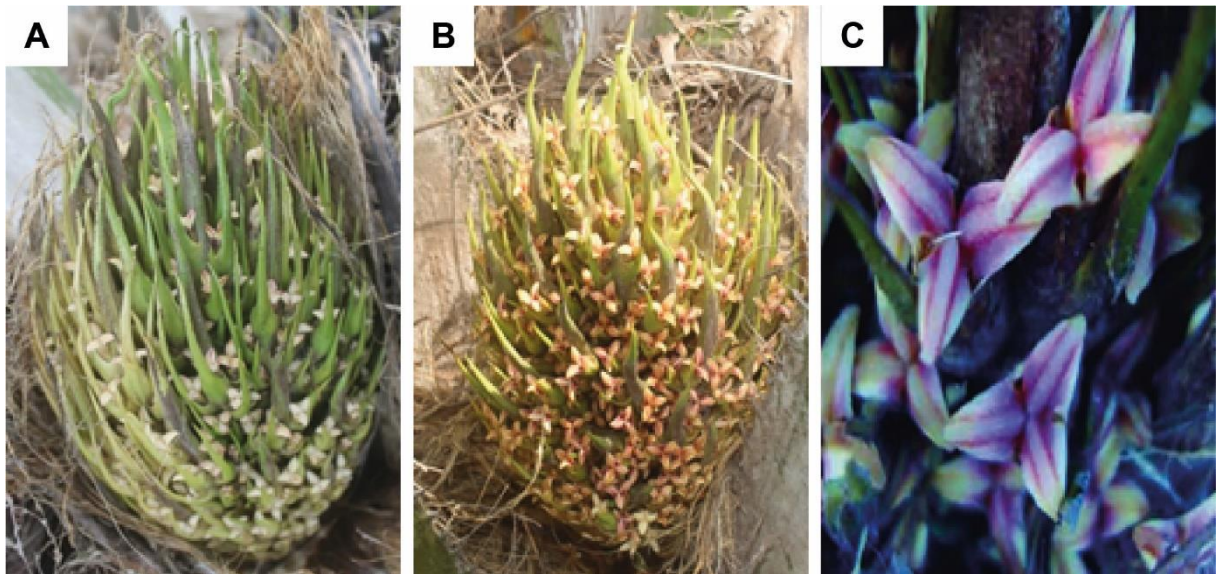


Figura 7. Inflorescencia femenina en: A) Estadio 607. Antesis; B) Estadio 609. Post antesis; C) formación de antocianinas después de la polinización.

Fuente: Tomados de P. Hormaza y A. Sánchez (2010).

2.2. Polinización de la palma aceitera

Huaringa (2022), indica que de acuerdo con la edad del cultivo de palma aceitera se tiene dos tipos de polinización:

2.2.1. Polinización asistida

Actividad considerada cuando una palmera empieza emitir inflorescencias femeninas y se observan pocos insectos polinizadores en más de un 90% de las inflorescencias (Bernales, 2010). Este tipo de polinización se da en plantas jóvenes que inician su producción de IF desde los 20 a 24 meses luego de instalarse en terreno definitivo (Forero et al., 2012).

El polen es obtenido de IM, preparadas y almacenadas adecuadamente. Posteriormente se mezcla con talco industrial en proporción 15:1; 20:1 (Talco + polen). Su aplicación es realizada con la ayuda de una bombilla de polietileno, que a través de un conducto de aluminio esparce el polen en la IF en estado de antesis (Huaringa, 2022).

2.2.2. Polinización entomófila

Lo realizan los insectos polinizadores, en su mayoría los del género *Elaeidobius* por realizar la totalidad de su ciclo biológico en la IM. Los adultos de *E. kamerunicus* permanecen en la IM (2 000 – 3 000 por inflorescencia) durante la emisión de polen y se alimentan de las inflorescencias de varias palmas atraídos mediante el intenso olor a anís. Debido a que la flor

femenina emite el mismo olor cuando ingresa a antesis, los insectos polinizadores son atraídos por error y impregnadas de polen en su cuerpo y así efectúan la polinización (Tandon et al., 2001).

Este tipo de polinización empieza a tomar fuerza cuando en una plantación se tiene como mínimo cuatro IM en antesis y con una población superior a 20 000 insectos polinizadores *E. kamerunicus* por hectárea, esto se da cuando la palma tiene una edad de 5 a 6 años después de sembrada.

2.3. Insectos polinizadores

Por lo general, la palma aceitera se poliniza por muchos insectos de la familia Curculionidae y del género *Elaeidobius*, que dentro de ellos se ha identificado a *E. kamerunicus* (Figura 8A) que poliniza con mayor eficiencia a la palma en estudio (Prada et al. 1998; Syed 1979).

En el género *Elaeidobius* hay especies muy específicas respecto a su huésped para lograr cerrar su ciclo vital, un claro ejemplo es la especie *E. kamerunicus* cuya dependencia es total de las inflorescencias masculinas de la palmera en estudio (Kevan et al. 1986).

Otra especie es *E. subvittatus* (Figura 8B) que en cierta medida es específica, aunque vive asociada a *E. oleifera*. Su fase adulta se alimenta en algunos momentos de las flores de *C. nucifera*, pero no garantiza que completen su ciclo de vida. Además, en *E. oleifera* se logra alimentar, ovipositar y desarrollar a *E. kamerunicus*. No obstante, por su pequeño tamaño de los insectos, su tasa de reproducción resulta ser muy baja (Syed, 1984). Según Genty et al. (1986), en el país africano de nueva guinea, de donde es originaria la palmera en estudio, los racimos se forman satisfactoriamente, siendo los polinizadores los insectos *E. subvittatus*, *E. kamerunicus* y *Microsporum* spp. (Coleoptera: Nitidulidae).

Mariau y Genty (1998), añaden otros insectos de la familia Nitidulidae, resaltando *Mystrops costarricensis* (Figura 8C) observada en América Central y del Sur, mientras que *Microporum congelenses* se observó en países africanos. Para Genty et al. (1986), *M. costarricensis* se adaptó aparentemente a *E. oleifera*, cuando *E. guineensis* se introdujo a América y *E. subvittatus* se introdujo a América Central en proporciones de polen que se trajeron del África Occidental.



Figura 8. Vista dorsal de insectos asociados a la polinización en el cultivo de palma: A) macho de *E. kamerunicus* Faust, donde se observa los pelos marginales; B) *E. subvittatus* Faust, con franjas oscuras; C) *Mystrops costarricense*, donde se observa cuerpo oscurecido por pubescencia dorada.

Fuente: Tomado de Labarca y Narváez (2009).

En Latinoamérica, Chinchilla y Richardson (1990), indican que al muestrear plantaciones de palmas antes de introducir *E. kamerunicus*, solamente se encontró dos insectos polinizadores, el primero de la familia Nitidulidae, del género *Mystrops*, especie americana y el segundo de la familia Curculionidae, especie *E. subvittatus*, de acuerdo con sus antecedentes hay evidencias de que se haya introducido por error.

2.3.1. Polinización entomófila con *Elaeidobius kamerunicus* Faust.

Especie polinizadora muy eficiente que se traduce en un mayor índice frutos/racimo (Genty et al., 1986), un caso es lo señalado por Dhileepan (1992), que al introducir *E. kamerunicus* desde Camerún a países con amplio desarrollo del sector palmero se mejoró los índices de producción. Para Genty et al. (1986), la manera como poliniza esta especie de insecto se debe a que en las espigas de las inflorescencias masculinas realizan actividades de reproducción, oviposición y sus larvas consumen el azúcar de la espiga. Posiblemente los adultos se alimentan del néctar secretado por las IM, que en la etapa de antesis posee el olor a anís sirviendo de atrayente a los insectos para que se alimenten del néctar e involuntariamente se impregnen de polen.

2.3.1.1. Descripción morfológica de *E. kamerunicus* Faust

Chee y Chiu (1999), indica que *E. kamerunicus* es un coleóptero de la familia Curculionidae, los machos miden 3,25 mm de longitud y 1,40 mm de ancho (Figura 9A), mientras que las hembras tienen 2,71 mm de longitud y 1,19 mm de ancho (Figura 9B). Características muy diferenciadas respecto a las demás especies, además de ser un gorgojo polinizador.

En Camerún, Syed et al. (1982), señalan que, pocas especies del género *Elaeidobius* poseen la capacidad de polinizar. En la costa, se observa más abundancia de *E. kamerunicus* y tiene alto potencial de transferir polen al compararlo con las demás especies del mismo género, es adaptable a temporadas de lluvias y estiaje. Adicionalmente, es muy hábil en buscar inflorescencias y prefiere vivir en la palma africana, particularidades muy importantes para introducirlos en continentes asiáticos y americanos.

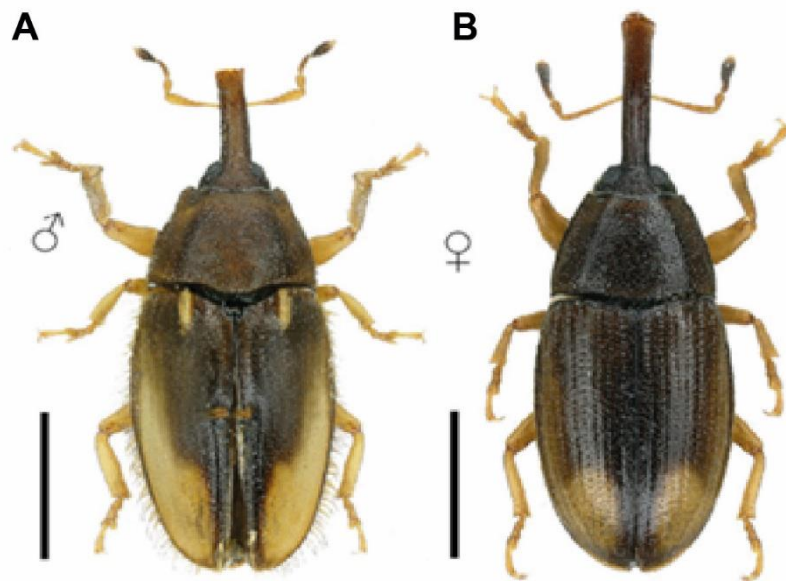


Figura 9. Detalle de la morfología de *Elaeidobius kamerunicus* Faust. (Coleoptera Curculionidae); A) vista dorsal de un adulto macho y B) vista dorsal de un adulto hembra.

Fuente: Tomados de Haran, JM. et al., (2020).

2.3.1.2. Ciclo de vida de *E. kamerunicus*

Para Liau (1984), este insecto polinizador depende toda su vida de la IM de la palma; su ciclo de vida considera las siguientes fases: el huevo se coloca en una parte externa del androceo donde el filamento de la IM logre cumplir la función de alimento al

emerger la larva. Generalmente colocan un huevo por flor y rara vez se encuentran dos huevos. Pasado uno o dos días emerge el primer estado de larva que consume el suave tejido del filamento; hay tres estados de larvas seguidas, una vez alcanzada dicha fase donde la larva está más grande tiende a trasladarse a la flor continua para alimentarse. El insecto ya adulto sale de la IM alcanzando dicha fase entre los 9 a 14 días y rara vez se observan completar dichas fases cerca de los 20 días.

Otros autores como Hussein y Rahman (1991), reportan que las hembras de *E. kamerunicus* abarcan desde 8 a 12 días considerando la fase de huevo hasta ser un adulto. Las hembras inician ovipositar a los dos o tres días de que hayan emergido, siendo su máxima expresión al quinto y sexto día, llegando hasta los 12 días que ovipositan. Ponen hasta 35 huevos, con el cual la población se multiplica 3,46 veces por generación, la mortalidad es del 60% en estado larvario, siendo en la población 1:2 la proporción entre macho/hembra.

2.3.1.3. Distribución del insecto

En el año de 1985, *E. kamerunicus* fue introducido en los países palmeros de Colombia, Ecuador, Costa Rica y Honduras, mejorando la polinización del cultivo, sin registrarse perjuicios en otras especies cultivadas (Chinchilla 1988; Chinchilla y Richardson 1990) y el Perú.

2.3.2. Descripción morfológica y biología de *Eleaidobius subvittatus* Faust.

Genty et al (1986), describe que el adulto de *E. subvittatus* mide 2,2 mm de longitud y 1,1 mm de ancho. Con cuerpo de forma convexa cuya coloración es amarillento testáceo que tiene franjas oscuras longitudinales en el centro de los élitros y dos bandas oscuras en la parte apical central del pronoto, tanto en machos como hembras, los élitros presentan ocho estrías longitudinales separados entre ellas por cerdas doradas que se disponen en líneas (Figura 10 A y B).

Entre cada estría hay una cantidad de foveolas circulares. El pronoto es de forma de trapecio que está muy impreso por foveolas grandes y pequeños muy profundas a los que se existen en los élitros. Hay un dimorfismo sexual en los machos por un apéndice trapezoidal esclerificado, que se localiza en la parte anterior del prosterno. Este apéndice es trilobulado con una fina línea de pubescencia de color dorado.

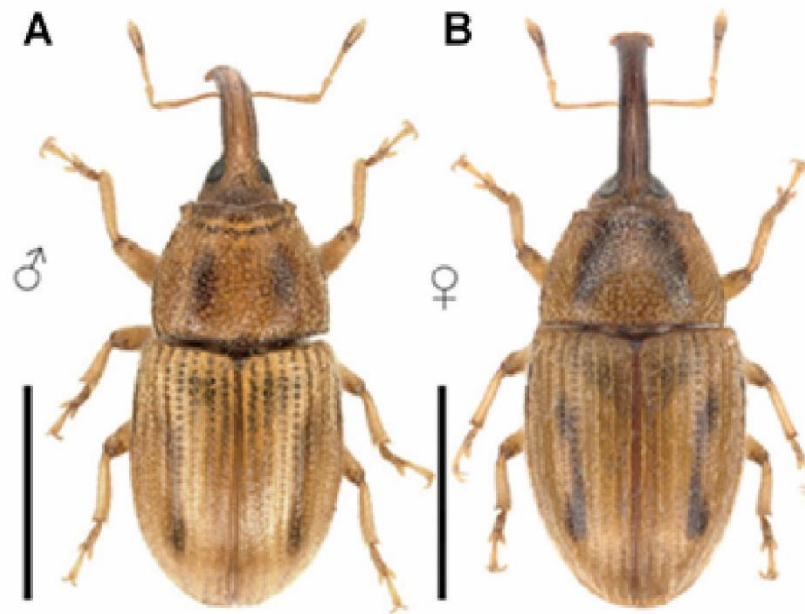


Figura 10. Detalle de la morfología de *Elaeidobius subvittatus* Faust. (Coleoptera Curculionidae); A y B) vista dorsal de un adulto macho y hembra, mostrando los élitros con franjas oscuras.

Fuente: Tomados de Haran, JM. et al. (2020).

E. subvittatus cumple su ciclo en más tiempo que *Mystrops* y comprende las fases siguientes:

- Huevo : Dos días
- Larva : 14 días
- Pupa : Tres días
- Adulto: Cinco a ocho días

El huevo se pone en la hendidura tricarpelar de la inflorescencia, en otras ocasiones es introducido en la flor por el adulto. Las posturas en su mayoría se observan al final de la antesis de la inflorescencia masculina. La totalidad del periodo de las larvas se desarrollada en la parte interna de flor masculina (Genty et al., 1986).

2.3.3. Habilidad de búsqueda de las inflorescencias

En Malasia observaron la manera cómo buscan inflorescencias los adultos del género *Elaeidobius* donde el factor en estudio fueron las distancias entre insectos y las palmeras (100, 200, 500 y 1 000 m). Mayores distanciamientos lograron *E. subvittatus* y *E.*

kamerunicus al colonizar IM hasta los 1 000 m en solamente 45 min. Comportamiento contrario se observó en la IF, por alcanzar solamente 100 m de distancia (Pushparajah y Chew 1981).

2.3.4. Acarreo de polen

Con factores climáticos costeros, *E. kamerunicus* es altamente capaz de transferir polen en comparación a *E. subvittatus*, a esto se le añade su gran adaptación a temporadas secas y lluviosas de la primera especie. Además, es muy hábil para encontrar inflorescencias, siendo un huésped muy específico de la palma en estudio; características por la cual forjó la introducción a muchos países de Asia y América (Molina et al., 1999).

Dhileepan (1992), registró granos de polen adheridos al tórax, abdomen, patas y antenas de *E. kamerunicus*, siendo mayor el polen en los machos respecto a las hembras. Prada et al. (1998) añaden que, este insecto traslada bastante polen por su tamaño y muchas zetas presentes en el cuerpo de los machos, las hembras no presentan dichas zetas.

Por otra parte, Genty et al., (1986), señalan que los machos una vez que se alimentan de polen se trasladan en búsqueda de las hembras para copular, siendo confundidos por el aroma a anís por parte de la IF que se encuentra en estado de antesis, siendo muy parecido a la inflorescencia masculina en similar estado, ocasionando la visita del insecto con polen hacia la flor femenina. La polinización realizada por este insecto es muy homogénea en la inflorescencia femenina y se logran en adelante racimos muy formados.

2.4. Relación entre las inflorescencias y los insectos polinizadores

2.4.1. Inflorescencias masculinas

Durante los primeros años de instalarse la palma aceitera existe abundante producción de IF y por consiguiente una baja producción de IM, ya que esta última es la encargada de producir polen y albergar insectos polinizadores (Genty et al., 1986).

El número de inflorescencias emitidas por palma varían respecto a la edad del cultivo, cuando se tienen palmeras con edades entre 4 a 5 años se encuentra una proporción IF/ IM cuyo valor es 3:1, posteriormente dicha proporción varía mientras las edades de las palmas se incrementan, determinándose proporciones igual a 1:3, posiblemente se atribuyen a los aspectos sanitarios, abonamientos (Salas 1992) y genética de la planta.

Bulgarelli et al. (2002), indican que el aumento de IM hace que aumente la población de insectos polinizadores. Asimismo, registraron que en algunos meses hubo IM en antesis, con ausencia de *E. kamerunicus*.

Además, Mateo (2019), menciona que la densidad de insectos polinizadores que existen en una IM post antesis en palma de cuatro años, en promedio, es de 5 810 insectos del género *Elaeidobius*.

Para Labarca (2007), existe una correlación directa entre la cantidad de IM en antesis con la densidad poblacional de *E. kamerunicus* y *E. subvittatus*, observándose 1 323 individuos de *E. subvittatus* Faust y 10 IM en antesis; mientras que al encontrar 10 individuos solamente se correlacionó con una inflorescencia masculina.

Labarca et al. (2008); Labarca y Narváez (2009) añaden, tanto en las IM como en las IF, ambos en antesis, se registró una mayor población de *E. kamerunicus* comparadas con *E. subvittatus*. Además, se reportan variaciones poblacionales de los polinizadores en las IM e IF, mostrando una correlación directa entre la cantidad de individuos de *E. kamerunicus* y *E. subvittatus*, y las IM en antesis, resaltando que el material genético Deli x Avros, poseen mayor floración que coinciden con la temporada de lluvia. Arústegui et al. (2016), mencionan que, en las IM, *E. kamerunicus*, alcanzó la proporción del 86,79% respecto a la población global, prosiguiendo *E. subvittatus* que representó solamente el 12,68 %.

2.4.2. Inflorescencias femeninas

Kevan et al. (1986) señalan que, la cantidad de polinizadores visitantes a una IF en antesis es cerca de 1/15 respecto a los que frecuentan las IM. Para Chinchilla (1988), existe menos insectos en la IF respecto a la IM, aunque estas variaciones según Labarca (2007), lo considera que se debe a que resulta difícil la captura de los insectos cuando no es colocado las trampas pegantes en su momento óptimo de receptividad de las inflorescencias. Como mencionan Tandon et al. (2001), los insectos polinizadores son atraídos por accidente, ya que las flores femeninas emiten el mismo olor a anís, que las flores masculinas.

2.5. El olor de las inflorescencias en la atracción de los insectos polinizadores

Para Hussein et al. (1989), tanto las IM e IF liberan un compuesto volátil llamado Estragol, que atraen principalmente polinizadores coleópteros de las familias Curculionidae y Nitidulidae. Esa información es importante ya que, con ello, en condiciones de campo, el insecto polinizador de *E. kamerunicus*, puede ser atraído hacía las inflorescencias utilizando desde 150 hasta 200 µL de estragol.

Da Silva (2011), señalan que, la inflorescencia de Tenera, poseen estragol, denominado como 1-methoxy-4-2- (propenil), benzeno, chavicol o 4-allylanisole. De la misma

manera, en caso de existir más concentración de estragol que liberan las Teneras, generan que exista muchos más polinizadores atraídos.

2.6. Condiciones climáticas para la palma aceitera

2.6.1. Temperatura

Paramanathan (2012), indica que la temperatura media anual adecuada para el cultivo de la palmera fluctúa entre 22 a 32 °C que es un rango predominante en los trópicos húmedos. La palma aceitera es un cultivo sensible a las bajas temperaturas. Las plántulas no crecen a temperaturas inferiores de 15 °C en cuanto que, su adecuado crecimiento es siete veces más rápido a 25 °C. No obstante, se estima que la temperatura óptima para su crecimiento es 28 °C, temperaturas menores de 18 °C retardan la maduración de los frutos.

2.6.2. Precipitación pluvial

La palma aceitera presenta un desarrollo continuo. La fotosíntesis desarrollada, el crecimiento y la producción no son determinados, por lo cual es muy importante la disponibilidad de agua todo el tiempo para un óptimo rendimiento. Las lluvias reemplazan el agua que la palma sustrae de la parte edáfica, esto garantiza la evapotranspiración.

Según Amat y Chávez (2001), las lluvias tienen que fluctuar desde 1 800 hasta los 2 000 mm con una distribución adecuada durante todo el año, porque la palma produce todo el tiempo, y según Paramanathan (2012), el patrón óptimo de lluvias es de 2000 a 3500 mm por año, distribuidos uniformemente, durante el año, con un mínimo de 100 mm por mes. En caso de que exista adecuada profundidad del suelo, nivel freático superficial y capacidad de retención de agua adecuada, la palmera alcanza a tolerar temporadas de sequía (Amat y Chávez 2001).

2.6.3. Radiación solar

Para Paramanathan (2012), la palmera en estudio requiere luz y prospera en donde la cantidad de brillo solar diario varía entre 5 a 7 h de luz por día. Analizando la radiación solar y sus efectos en el crecimiento y la producción de racimos de palma aceitera demostraron que la información disponible nos permite establecer los requerimientos específicos para las horas del sol o la radiación total para una buena producción, pero estima que una insolación de 2 000 h al año es buena, y que se debe rechazar zonas con menos de 1500 h sol al año. Además, el crecimiento, la asimilación neta y la producción de IF se reducen bajo sombra (Hartley, 1986).

2.6.4. Viento

A diferencia de la palma de coco, la palma aceitera tiene una copa más suave y no puede resistir vientos fuertes. Sin embargo, los vientos suaves, especialmente durante los periodos de radiación solar intensa son deseables porque promueve el enfriamiento tanto en transpiración como en la convección en la superficie de la hoja (Paramanathan, 2012).

2.7. Antecedentes

2.7.1. A nivel local – nacional

Mateo (2019), trabajando en plantaciones de tres años en el distrito de Nueva Requena, región Ucayali, reportó que las principales especies polinizadoras identificadas en las IM fueron *E. kamerunicus* y *E. subvittatus*. Las frecuencias relativas de los polinizadores fueron de 90,6% (*E. kamerunicus*) y 9,39% (*E. subvittatus*), de unas muestras que abarcaron 335 935 especímenes de *E. kamerunicus* y 34 908 de *E. subvittatus* por hectárea. También menciona que a medida que incrementa la cantidad de IMPA existe un incremento de la cantidad de especímenes señalados.

Arústegui et al. (2016) trabajando en una plantación de siete años de establecido en el distrito de Campo Verde - región Ucayali, reportó que *E. kamerunicus* registró mayores individuos (91,49%), seguido de *E. subvittatus* (8,05%), y la fluctuación poblacional para *E. kamerunicus* fue afectada por la temperatura de manera contraria de acuerdo al tipo de inflorescencia, determinando relación directa en las IF y contraria en las IM, ambos en antesis.

Bamaca (2015), En Guatemala, en el municipio de Coatepeque, monitoreando e identificando insectos polinizadores en las IF e IM en antesis, lograron identificar a las especies de *E. kamerunicus*, *E. subvittatus* y *Mystrops costaricensis*. Las medias mensuales de insectos polinizadores en IM fueron: 92,8, 32,7 y 13,1 para *E. Kamerunicus*, *E. subvittatus* y *Mystrops costaricensis*, respectivamente y, en IF fueron de 35, 23,6 y 2,6 para *E. kamerunicus*, *E. subvittatus* y *Mystrops costaricensis* respectivamente.

2.7.2. A nivel internacional

Labarca y Narváez (2009), trabajando con la identificación y variación poblacional de varias especies de polinizadores en IM e IF, en antesis, en el estado de Zulia, Venezuela, registraron a las especies *E. kamerunicus*, *E. subvittatus* y *Mistrops costaricensis*, como los principales insectos que polinizan, además se presencié a *Thrips hawaiiensis* y un insecto de la familia Smicripidae.

Labarca et al. (2008), identificando y determinando la variación poblacional con relación a la cantidad de estructuras reproductivas, en tres lotes comerciales de palma africana de cuatro, seis y siete años, encontraron correlación directa de la cantidad de IM e IF vs la cantidad de lluvia y correlación negativa de la temperatura con la cantidad de IF, concluyendo que, la heterogeneidad anual de los factores climáticos generan variación de la cantidad de IM e IF y de manera directa perjudica a la cantidad de polinizadores. Además, la cantidad de polinizadores es dependiente de la cantidad de IM e IF en antesis, mientras incrementa las IM se observó un incremento poblacional de los polinizadores. La cantidad de IM e IF se favoreció debido al cambio de la temporada seca a la de precipitación.

Chinchilla y Richardson (1990), manifiestan que *E. kamerunicus* predomina en invierno y *E. subvittatus* se mantiene con poblaciones altas en verano. De la misma manera Mariau y Genty (1988), añaden que, en algunas regiones con sequía marcada, se ven afectadas las poblaciones de *E. kamerunicus* y siendo la polinización ineficiente con valores entre 45% a 55% de frutos normales, caso contrario, en lugares con lluvias homogéneas en el año, se forman los frutos con mayor eficiencia.

Bulgarelli et al. (2002), estudiando la fluctuación temporal en el número de IM, en plantaciones jóvenes, en Costa Rica, observó que durante los meses de febrero y marzo no hubo presencia de IM en antesis. En septiembre el número registrado fue de 6 y 21 IM en antesis por hectárea y durante los siguientes nueve meses el valor varío de 1 a 27 IM en antesis por hectárea.



Figura 12. Vista satelital de la plantación, donde se ejecutó el trabajo de investigación.

Fuente: Tomados de Google Eart, 2020.

3.1.4. Datos meteorológicos

La empresa Ocho Sur del fundo Tibecocha cuenta con una estación meteorológica automática marca Davis Modelo Vantage Pro 2, con la cual fueron obtenidos los datos meteorológicos de precipitación, temperatura, presión barométrica, humedad relativa y evapotranspiración (Tabla 1).

Tabla 1. Datos meteorológicos: de noviembre 2015 a noviembre 2016.

Año/Meses	Precipitación (mm).	Temperatura (°C)	Presión barométrica (Mb)	Humedad relativa (%)	Evapotranspiración (mm).
2015/Noviembre	100,00	24,50	1 009,80	89,70	115,40
2015/Diciembre	153,00	25,00	1 010,90	92,70	164,30
2016/Enero	156,00	27,80	1 009,70	87,20	278,60
2016/Febrero	132,00	26,70	1 010,10	87,50	257,30
2016/Marzo	218,00	27,00	1 013,30	84,50	251,40
2016/Abril	176,00	25,60	1 011,80	80,20	260,40
2016/Mayo	100,00	22,60	1 010,70	85,30	255,40
2016/Junio	45,00	26,20	1 011,70	82,20	220,30
2016/Julio	43,00	23,20	1 014,90	82,00	227,20
2016/Agosto	40,00	25,50	1 012,80	84,00	243,30
2016/Setiembre	81,00	25,70	1 013,10	93,00	163,30
2016/Octubre	162,00	26,60	1 011,50	82,90	180,50
2016/Noviembre	131,00	26,80	1 009,00	84,20	100,40
Total	1 537,00	333,20	13 149,20	1 115,40	2 717,60
Promedio	118,23	25,63	1 011,48	85,80	209,05

Fuente: Estación meteorológica de la empresa Ocho Sur SAC.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Tipo y nivel de investigación

3.2.1.1 Tipo de investigación

De acuerdo con el propósito de la investigación (Zorrilla, 1993 citado por Novillo, 1916)), la investigación es aplicada, porque depende de los conocimientos de la biología floral de la palma aceitera, características morfológicas de los insectos polinizadoras y el efecto de los factores climáticos, para la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos a nivel de campo.

3.2.1.2 Nivel de investigación

De carácter descriptivo y correlacional. Por ello se identificaron y cuantificaron las especies polinizadoras, así mismo se cuantificó el total de inflorescencias masculinas y femeninas en etapa de antesis, posteriormente estas variables fueron correlacionadas con los factores climáticos, mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

3.2.2. Población y muestra

Población (N): formada por 8 859 plantas de palma aceitera en las dos parcelas evaluadas una con 29,43 ha y la otra 32,52 ha.

Muestra (n): estuvo constituida por 60 plantas, con 30 plantas en cada parcela. El tamaño de la muestra se obtuvo mediante la fórmula, considerando un nivel de confianza del 95,0% y un grado de error del 5,0%. La proporción de palmeras que posean las características deseables, es decir, con presencia de polinizadores fue de 0,5 debido a que no se contaba con datos históricos.

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

Donde:

- Nivel de confianza (Z) :1,96
- Error muestral (e) :0,05
- Población (N) :8 859
- Probabilidad de ocurrencia (p) :0,50
- Probabilidad de no ocurrencia (q) :0.5

$$n = \frac{8859 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{(8859 - 1) * 0.05^2 + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

Se obtuvo un $n = 368$ palma, por eso solo se evaluó el 16%, es decir $n=60$ palmas, porque el tiempo y espacio fueron consideradas como limitaciones del estudio.

3.2.3. Componentes en estudio

3.2.3.1 Material genético

Fueron utilizados los materiales genéticos Deli x Lame y Dami las flores, procedentes de Costa de Marfil (CIRAD) y Colombia (OLEOFLORES), respectivamente, con 32 meses de edad. La selección de estos materiales se realizó, debido a la edad y por encontrarse en inicio de producción.

3.2.3.2 Equipos utilizados

Para el estudio fue utilizado un microscopio marca Carl Zeiss, 475002 West Germany, el cual permitió diferenciar de los tipos de insectos polinizadores. Las observaciones fueron complementadas por revisiones bibliográficas de claves para Identificación de Insectos.

3.2.4. Selección de las parcelas

3.2.4.1 Características de las parcelas

El sector I, la campaña 2013, cuentan con 2 687,62 has, de ellas se seleccionaron las parcelas G5c y H6a cada uno con 29,43 y 32,52 ha, respectivamente. El diseño parcelario es peruano, con códigos alfanuméricos. Cabe acotar, que las parcelas, están conformadas por 129 líneas, cada línea cuenta con 38 plantas, las líneas están numeradas correlativamente de oeste a este, desde la línea uno hasta la 129, las parcelas están orientadas de sur a norte. Aproximadamente el ancho de cada parcela es de 333 m y de largo tiene 1 000 m. El sistema de siembra es tresbolillo, a 9.0 m., entre plantas, haciendo un total de 143 plantas por hectárea.

3.2.4.2 Selección de parcelas en estudio

Se seleccionaron dos parcelas homogéneas considerando el tipo de suelo, topografía, estructura y manejo en temas de fertilización, control de malezas, plagas y enfermedades, que fueron instaladas en el año 2013, ambos con 32 meses de edad e inicio de producción. Las parcelas seleccionadas son: G05c y H06a. Ambas ubicadas en el Sector I de la plantación, teniendo como área neta de 29,0 y 33,0 ha, respectivamente. Las parcelas

seleccionadas de acuerdo al material genético donde se realizaron los estudios fueron las siguientes:

3.2.4.3 Parcela G05c: Material genético Deli x Lame.

Instalado con el material genético Deli x Lame (CIRAD) procedentes de Costa de Marfil (CM), donde el suelo predominante es de textura franco arenoso. El ensayo se ubicó entre las líneas siete y 23 con un total de 17 líneas para evaluación de población de insectos polinizadores en flores femeninas. En esta área se seleccionaron 30 plantas en distintas líneas, esto para la evaluación de población de insectos polinizadores en IF y IM.

3.2.4.4 Parcela H06a: Material genético Dami las flores.

Instalado con el material genético Dami las flores (OLEOFLORES), procedentes de Colombia, donde el suelo predominante es de textura franco Arenoso. El ensayo se ubicó entre las líneas 83 y 99 con un total de 17 líneas. En esta área se seleccionaron 30 plantas en distintas líneas, esto para evaluación de población de insectos polinizadores en IF y IM.

3.2.5. Ejecución del estudio

3.2.5.1. Muestreo de los insectos polinizadores en inflorescencia femenina en antesis

Confección de trampas

Para la captura de insectos polinizadores en IF, se prepararon trampas utilizando cartulina dúplex color blanco forrada también con plástico blanco con el propósito de cubrirlas de las lluvias. Posteriormente cada trampa fue impregnada con el pegamento agrícola Temocid, el cual permitió la captura de los insectos polinizadores.

También se cortó papel celofán de 5,0 cm de ancho por 24,0 cm de largo, esto fue utilizado para cubrir las trampas luego de retirado de las flores femeninas en pos antesis, para así trasladarlo al laboratorio sin que se peguen y dañen las muestras de insectos ubicadas en las trampas o no se peguen entre trampas.

Colocación de la trampa

Durante el recorrido en la zona de estudio se visualizaron y colocaron las trampas en las inflorescencias femeninas en estado de pre antesis (IFPA).

Estas trampas se colocaron en las raquillas cuando las brácteas que los cubrían en todas las IFPA se quitaron y dejándolas expuestas y visibles. En este estado fenológico se descartó a todos los insectos que no son polinizadores ya que la inflorescencia no emite el olor semejante al anís. Asimismo, se colocaron las trampas en este estado con el propósito de ocupar todo el periodo de inicio y término de la etapa en antesis femenina, con la finalidad de capturar a los insectos polinizadores atraídos.

Se registraron los códigos de las plantas donde se encontraban las IFPA, con sus respectivas trampas, con fecha y hora de colocación.

3.2.5.2. Visita a las inflorescencias

Se realizó visitas diarias a todas las IFPA para asegurar que se encuentren con las trampas anticipadas, observando si los lóbulos estigmáticos abrieron, presentando un color crema indicativo del inicio de antesis femenina, etapa donde emite olor anís el cual atrae a los polinizadores.

Las visitas a ambas parcelas de ensayo se realizaron por las mañanas entre las 7:30 a 11:00 am.

Al ubicar una IF que haya pasado al estado de antesis, se anotó la fecha y hora de inicio de receptividad (al revés de la trampa).

3.2.5.3. Retiro de las trampas

Se procedió a observar si los estigmas adquirieron un color purpura a oscuro vino, indicador cuando las flores dejaron de ser receptivas “final de antesis femenina” sin ser llamativas para los polinizadores al no emitir el característico olor a anís.

Cumplido el período de antesis (receptividad) se retiró la trampa ubicada en la inflorescencia femenina, la trampa retirada fue cubierta con celofán transparente con la finalidad que no se dañen los insectos o la trampa se pegue con otros objetos, las trampas fueron codificadas en el envés con datos como: el día, hora colocada y retiro de este.

3.2.5.4. Acondicionamiento de las trampas

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 copiados en registro de tesis para poder llevar un control del número de IF que se muestrearon durante el mes. Las bolsas fueron selladas y codificadas (Parcela, año, mes y día) y el número de trampas que contengan, luego se procedió a llevar las bolsas a la refrigeradora

para conservar las muestras de insectos para evitar su putrefacción y a futuro poder diferenciar en el estereoscopio las características morfológicas peculiares de cada insecto para posteriormente identificarlo y cuantificarlos.

3.2.5.5. Identificación preliminar de los insectos

Las trampas con los insectos capturados de las IF fueron trasladados al laboratorio de Sanidad Vegetal de la empresa Ocho Sur SAC.

Para la identificación y cuantificación preliminar se utilizó el Microscopio Carl Zeiss, 475002 West Germany para describir las características morfológicas de cada insecto (macho y hembra), especies y comparar con lo descrito por Arústegui et al, (2016). Además, se tuvo el apoyo de un especialista que trabajo en el tema de identificación de estos insectos polinizadores.

3.2.5.6. Cuantificación de los insectos

Antes de inicio de cuantificación de las trampas, se registraron los datos que están escrito tras de estas: Parcela, Línea-planta y fecha.

Generalmente la cuantificación se realizó por las tardes en el laboratorio de investigación, donde se procedió a coger trampa por trampa, retirando el papel celofán cuidadosamente sin dañar a los insectos e ir contabilizando la población total, con la ayuda de un estilete. Luego se procedió a cuantificar por especie e ir separándola de la trampa recubierta con Temocid, colocándolos a un lado de la trampa por especie de insecto polinizador.

Terminado el conteo se procedió a cubrir con el papel celofán y guardarlo en una refrigeradora.

3.2.5.7. Confirmación de la identificación preliminar

Se enviaron muestras para identificación al Laboratorio de Ecología y Biodiversidad animal (LEBA), escuela profesional de biología de la Universidad Federico Villareal.

3.2.6. Muestreo de los insectos polinizadores en inflorescencia masculina

3.2.6.1. Localización de inflorescencia masculina en pre antesis

En las plantas seleccionadas, se procedió a ubicar a todas las inflorescencias masculinas en pre antesis (IMPA), registrando hora, fecha y código de la palma, donde fueron visualizadas. La ubicación y registro permitió anticipar el inicio de antesis. De

este manera, se ubicó y registro a todas las IMPA hasta visualizar las primeras flores en brotación, considerándose un inicio de antesis del 1%, esto con el propósito de llevar un control continuo de todo este estado hasta una floración en 80%, momento en el cual se realizó la disección de las espigas de todas las IM.

3.2.6.2. Muestreo de inflorescencia masculina en antesis

Se realizó observaciones de las IM desde el inicio de la floración 1 hasta 80% de floración en antesis, en este periodo se visualizaron, si en inicio o a mediados de llenado de las espigas con las flores, llegarían los polinizadores.

3.2.6.3. Disección de las espigas de la inflorescencia masculina en antesis

La disección de las espigas de IM en antesis, se realizaron cuando estas presentaban un 80% de antesis. Para ello se ubicaron dos espiguillas de la parte apical, media y basal, conteniendo a las especies de 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 de poda. En cada muestreo de las IM en antesis se diseccionaron dos espigas de cada tercio de la inflorescencia (A: apical, M: medio y B: basal), se codificó cada tercio, así como cada tercio se colocó en su bolsa.

3.2.6.4. Muerte de los insectos polinizadores provenientes de la inflorescencia masculina en antesis

Las muestras procedentes de campo fueron llevadas al Laboratorio de Sanidad Vegetal y guardadas a -4 °C para su preservación.

3.2.6.5. Preparación de la solución glicerina al 10%

Para preservar temporalmente las muestras se preparó solución con 10% de glicerina, para ello, se utilizó 900 mL de alcohol de 70° con 100 mL de glicerina.

3.2.6.6. Acondicionamiento de los insectos polinizadores

Manteniendo el orden de codificación de las bolsas para evitar que las muestras se mezclan, se procedió a acondicionar a los insectos de las espigas del tercio apical, medio y basal de una IM 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 planta de donde fue

colectada de campo, es decir que por unidad de IM se acondicionó tres viales (Apical, medio y basal). Los viales se colocaron en tapers, de 35 cm de ancho y 20 cm de largo, con 9 cm de altura guardados a temperatura (-4 °C).

3.2.6.7. Identificación y cuantificación de los insectos de inflorescencia masculina en antesis

Los frascos con los insectos capturados de las IM en antesis se llevaron al laboratorio. Se colocaron los insectos en una placa Petri y con la ayuda de un estilete se procedió a retirar todos los insectos que quedaron adheridos al fondo del vial. Para la identificación se utilizó un microscopio 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. Además, se contabilizó el número de insectos presentes por especie para luego ser registrado en tablas diseñadas en hojas de Microsoft Excel.

3.2.6.8. Número total de espigas por inflorescencias en la inflorescencia masculina en antesis

Un mes después de la disección de las espigas de las IM en antesis, de manera complementaria se visitó a ambas parcelas con la finalidad de evaluar el número total de espigas en las IM post antesis.

3.2.6.9. Cálculo del número total de insectos por inflorescencia masculina en antesis

Teniendo el número promedio de insectos que hay en las espigas (apical, medio y basal), y el número promedio de espigas que tiene una inflorescencia, se determinó el total de insectos en una IM en 80% de antesis.

3.2.6.10. Registro de los insectos polinizadores de las inflorescencia masculina y femenina en antesis

Con la identificación y posterior cuantificación se registraron 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 diseñadas en hojas de Microsoft Excel.

3.2.7. Registro de variables climatológicas

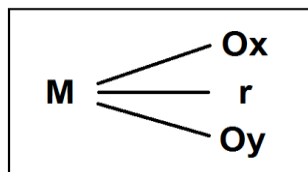
Los datos de temperatura y precipitación fueron obtenidos en las horas de 6:00 am, 12:00 pm y 6:00 pm, todos los días. Para ello se utilizó un Equipo digital de marca Davis Vantage pro2, esta se encuentra ubicada dentro de las oficinas de la plantación.

3.2.8. Síntesis y procesamiento de datos levantados en campo

Los datos obtenidos de campo como fechas, número de inflorescencias masculinas y femeninas en antesis, número de insectos polinizadores por especie, precipitación, temperatura mensual, presión barométrica, humedad relativa y evapotranspiración, fueron digitadas en hojas del Microsoft Excel 2013, formando una base de datos sólida para el procesamiento de las variables independientes, dependientes e intervinientes, este orden nos permite realizar correlaciones estadísticas entre las variables (N° polinizadores vs. Temperatura, Precipitación e Inflorescencias masculinas, etc.), usando el software InfoStat, con los resultados obtenidos fue realizado el coeficiente de correlación de Pearson al 5% de probabilidad.

3.2.9. Diseño de la investigación

De tipo no experimental descriptivo y correlacional. Con el fin de cumplir los objetivos del estudio se describió y correlacionó la dinámica mensual de emisión de inflorescencias con el número mensual de insectos polinizadores durante 13 meses.



Donde:

M = Muestra = 60 plantas de palma aceitera.

O = Observación de datos

X = Parcelas en condiciones de manejo agronómico

y = Fluctuación poblacional de los insectos polinizadores

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

3.2.10. Tipo de análisis

Los datos obtenidos de las variables en estudio fueron organizados en una base Excel y luego analizados con el software InfoStat (Di Rienzo et al., 2011-2019). Se realizaron los siguientes análisis estadísticos descriptivos: media, variancia, desviación estándar, coeficiente de variación, valores mínimos y máximos para las variables cuantitativas y la correlación mediante el estadístico de Pearson al 0,05 del nivel de significancia.

3.2.11. Descripción de técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.2.11.1. Técnica de recolección de datos

Recolección directa, porque se recogió información de las parcelas evaluadas mediante recorridos diarios, en las que se realizaron observaciones a las inflorescencias con presencia de insectos polinizadores disponibles en las plantas evaluadas.

3.2.11.2. Instrumentos de recolección de datos

Se registró las fechas de los estados fenológicos de todas las inflorescencias masculinas y femeninas evaluadas, para su posterior muestreo de polinizadores. Consecutivamente después de estos muestreos, en gabinete se aplicó formatos para el registro de todos los polinizadores identificados y contados (Figura 41 y 42-Anexo). Paralelo a los muestreos, se aplicó formatos para el registro de las variables climáticas en estudio, con el fin de cumplir los objetivos del trabajo de investigación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Identificación taxonómica de los insectos polinizadores de la palma aceitera del fundo Tibecocha

Para ambos materiales genéticos evaluados (Deli x Lame y Dami las flores) fueron identificadas dos especies de insectos polinizadores pertenecientes al género *Elaeidobius* (familia Curculionidae); estas especies fueron: *E. kamerunicus* y *E. subvittatus*. Estos datos corroboran lo mencionado por Syed (1979), quien indica que los insectos curculiónidos del género *Elaeidobius* son altamente específicas en cuanto al huésped para completar su ciclo de vida ya que *E. kamerunicus*, depende totalmente de las IM para su supervivencia como especie. Investigación realizada por Arústegui et al. (2016), en Campo Verde, Ucayali, encontró cinco especies de polinizadores: *E. kamerunicus*, *E. subvittatus* (Curculionidae), *Microporum* sp. (Nitidulidae), *Apis mellifera* (Apidae) y *Melipona* sp. (Apidae), de estas, las dos últimas especies no se reportan como polinizadores de palma aceitera.

Liceras y Márquez (1987), también registraron la presencia de *E. subvittatus*, en Tocache - Perú, no obstante, esta especie fue considerada como poco eficiente en la polinización; de allí nace la idea de introducir a *E. kamerunicus* en las plantaciones de la empresa Palmas del Espino (Uchiza, San Martín) con el objetivo de mejorar la conformación de los racimos e incremento de peso.

4.2. Descripción morfológica de las especies encontradas en el estudio

4.2.1. *Elaeidobius kamerunicus*

Los machos adultos registrados llegaron a medir entre 0,71 a 0,82 mm de largo (N = 12, p = 0,098) y 0,36 a 0,65 mm de ancho (N = 12, p = 0,099), medido desde el extremo del pronoto hasta la base apical del abdomen.

El principal carácter diferencial de esta especie es el color negro en todo el cuerpo, con algunos tonos amarillentos o rojizos dispuestos al azar y tonalidades color café en la parte interior.

Los machos, a diferencia de las hembras, presentan vellosidades (setas) doradas marginales (Figura 13A y 13B) que se pueden distinguir en vista ventral o dorsal a contra luz (Figura 13C).

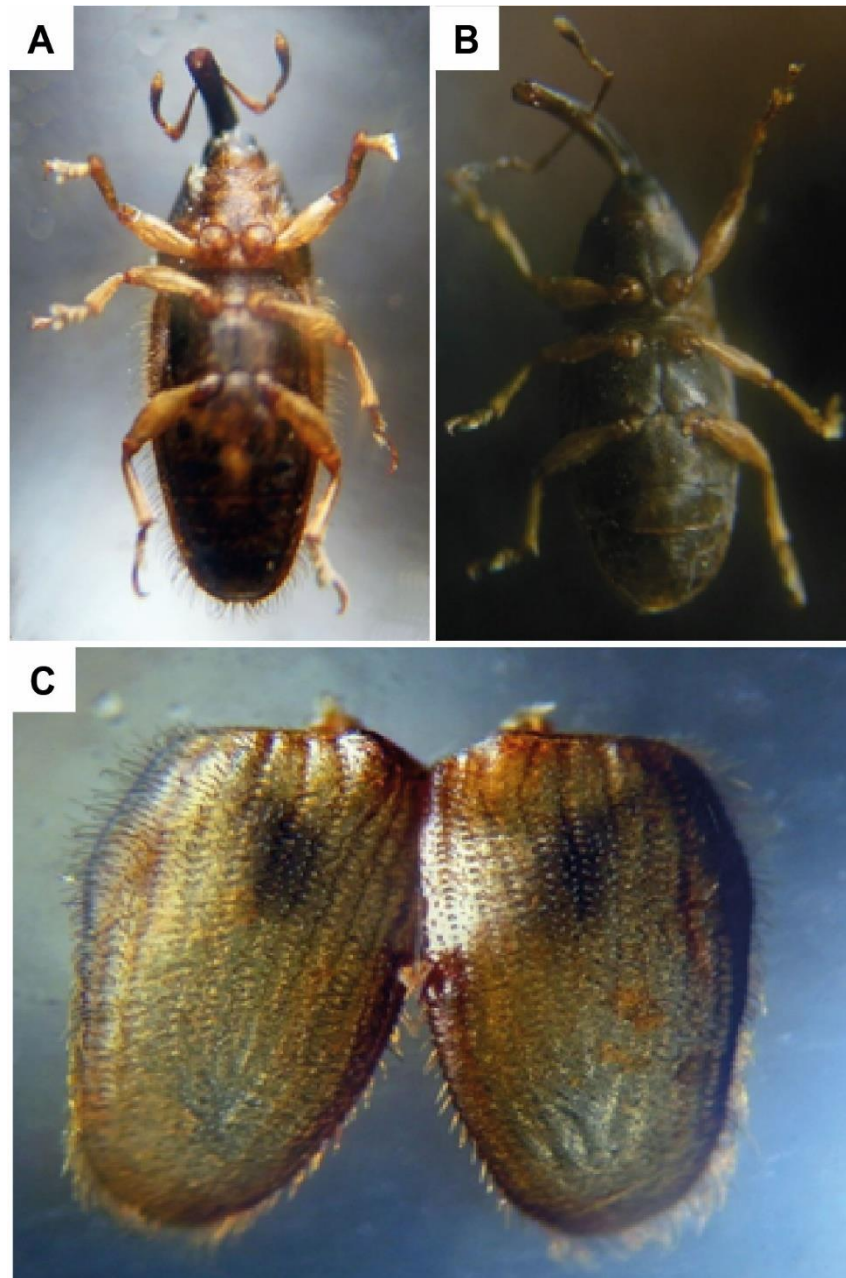


Figura 13. A) Vista ventral del adulto macho de *E. kamerunicus* con contraste con luz, donde se observa las setas doradas marginales B) Vista ventral de una hembra, obsérvese la ausencia de las setas marginales; C) Vista dorsal de los élitros del macho.

Descripciones similares fue relatada por Syed (1979), al mencionar la presencia de las setas marginales en los machos, el cual favorece enormemente al transporte del polen colocándolos por encima de la hembra e incluso de la especie *E. subvittatus*. En este trabajo se observaron que la presencia de las setas se dispone alrededor de los bordes apicales del abdomen, en una zona que podría ser catalogada como sub-pleural; donde además el

número, tamaño y distribución de estos pelos puede hacer presumir la adherencia de pequeños tejidos vegetales como el polen.

El segundo carácter diferencial en los machos es la presencia de calluses inmediatamente después del pronoto, sobre la base de las alas elitrosas en la zona abdominal. Además del penacho de setas a la altura del cuarto a quinto segmento del abdomen sobre los élitros (Figura 14A y 14B).

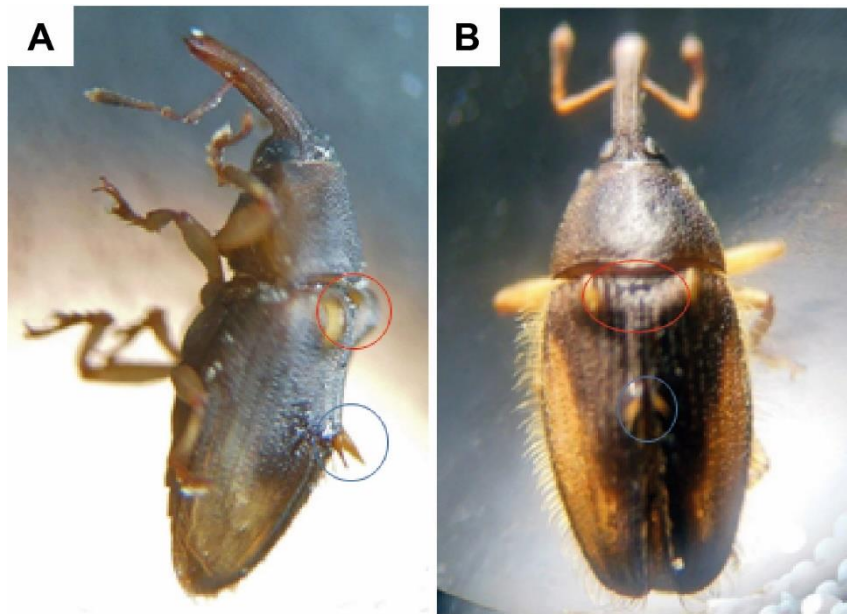


Figura 14. (A) Vista lateral; (B) Vista dorsal de un macho adulto de *E. kamerunicus*, donde se observan los callos o calluses (círculo rojo) y el penacho o mechón setal (círculo azul).

El tercer carácter diferencial se percibe en las hembras, no tienen las setas marginales y en algunas ocasiones la coloración oscura es tenue y se nota más los tonos amarillos y rojizos en los élitros (Figura 15A y 15B).

Para Arústegui et al. (2015), *E. kamerunicus* presenta el cuerpo de coloración oscura, con manchas amarillentas a rojizas subapicales y basales. Sin embargo, en la especie evaluada se pudo observar que la presencia de la coloración negra no es uniforme, incluso algo lustrosa y que las manchas amarillas son más frecuentes. Al igual que lo observado por Labarca (2009), el cuerpo del macho adulto presenta una coloración negra en la mayor parte del cuerpo.



Figura 15. A) Vista dorsal de una hembra adulta; B) vista dorsal de los élitros de *E. kamerunicus*, observase la ausencia de setas marginales.

4.2.2. *Elaeidobius subvittatus*

Los machos adultos pueden llegar a medir entre 0,65 a 0,8 mm de largo (N=12, $p = 0,127$ y 0,4 a 0,6 mm de ancho (N = 12, $p = 0,098$), medido desde el extremo del pronoto hasta la base apical del abdomen.

El primer carácter diferencial de esta especie (sin distinción de género sexual), se relaciona con el pronoto y el rostrum, los cuales muestran una coloración oscura, en ocasiones color negro o marrón. El resto del cuerpo (en vista dorsal) presenta una coloración castaño dorada lustrosa (Figura 16).



Figura 16. Vista dorsal de un adulto de *E. subvittatus*.

El segundo carácter diferencial es la coloración castaña o dorado-pálido del resto del cuerpo. En los machos se logró observar dos manchas oscuras a maneras de máculas (maculaciones) desde el primer al segundo tercio de los élitros en reposo (aunque no parece ser un carácter exclusivo sexual) (Figura 17).

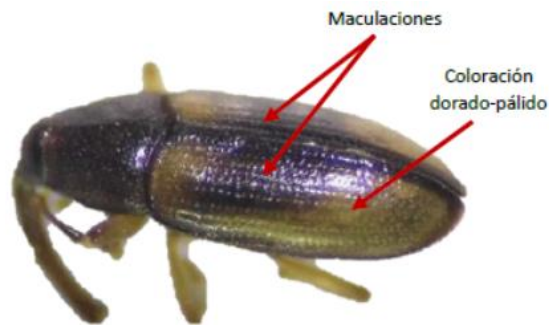


Figura 17. Vista lateral de un adulto de *E. subvittatus* donde se observa coloración castaño o dorado-pálido y las maculaciones.

El tercer carácter diferencial es la presencia de un proceso espatulado pequeño entre el primer par de patas, compartido entre las coxas (al parecer tampoco es un carácter exclusivo sexual) lo tienen los machos eso les sirve para sujetar a la hembra al momento de la copulación (Figura 18).

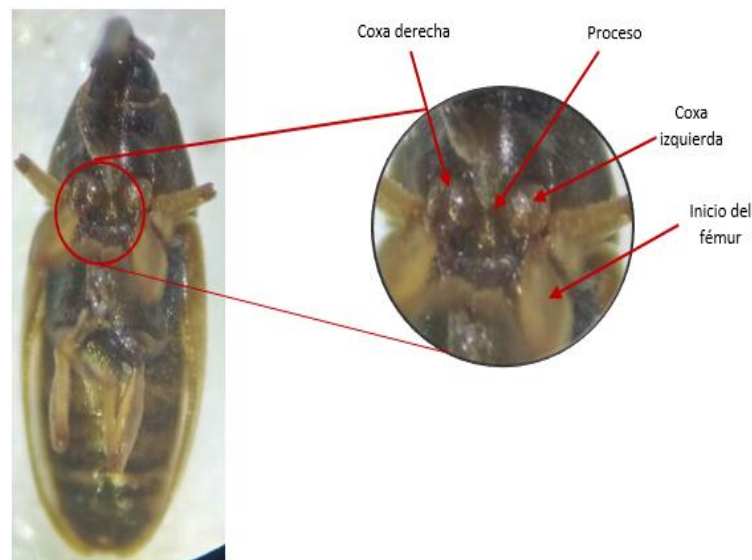


Figura 18. Vista ventral de un macho adulto de *E. subvittatus* donde se observa el proceso espatulado.

Labarca y Narvaez (2009), realizando la descripción de los adultos, registraron una coloración amarillo opaco con franjas oscuras no sólo en la parte dorsal del abdomen, sino también en el pronoto. Esto es semejante con nuestras observaciones, con la diferencia que no siempre se presentó la opacidad en el color (en ocasiones fue lustroso). Así también, se observó el pronoto y la cabeza negra, como la presencia de maculaciones con bandas negras más o menos definidas entre las líneas de los élitros, similar a lo registrado por Arústegui et al. (2015).

Por otro lado, Syed (1979), menciona que existe una diferencia determinante entre esta especie y *E. kamerunicus*, que es la presencia de las setas marginales.

En la vista dorsal del macho, se observa dos maculaciones que son rayas negras sobre los élitros. En la vista lateral y ventral, el macho muestra un proceso espatulado pequeño entre las patas delanteras, que son características similares también observadas por Arústegui et al. (2015).

4.3. Estadística descriptiva de las variables climáticas

De acuerdo con la estadística descriptiva (Tabla 4 - Anexo) y Figura 19, precipitaciones mayores fueron registradas entre los meses de octubre (162 mm) a marzo (218 mm), en cuanto que, los de menor precipitación fue entre junio (45 mm) a agosto (40 mm). La temperatura promedio mensual varió entre una mínima de 22,6 °C en el mes de mayo y una máxima de 27,8 °C en el mes de enero, con un promedio anual de 25,63 °C. La humedad relativa osciló entre una mínima de 80,0% en el mes de abril y una máxima de 93 % en el mes setiembre. La fluctuación de la evapotranspiración durante la evaluación se presentó con una mínima en el mes de noviembre incrementándose hasta el mes de enero con una máxima 278,6 mm logrando un ligero descenso hasta el mes de mayo y de allí seguir bajando hasta el mes de noviembre, finalmente la presión barométrica varió desde 1014.9 Mb en el mes de julio a 1009 Mb en el mes de noviembre.

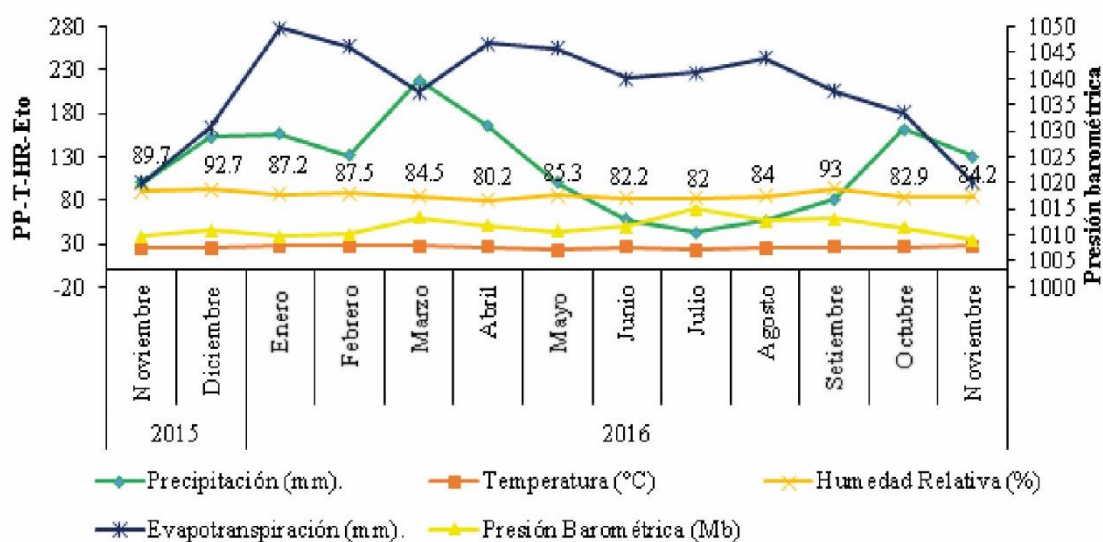


Figura 19. Fluctuación de las variables climáticas en la etapa de evaluación de noviembre 2015 hasta noviembre 2016.

4.4. Población de insectos polinizadores

Como se muestra en la Tabla 2, se puede apreciar que la población de insectos polinizadores de género *Elaeidobius* capturados fueron 157 894 insectos tanto en IM como en IF, ambos en antesis, de los cuales el 81,30% correspondieron a *E. kamerunicus* y el 18,70% a *E. subvittatus*. Así también cabe mencionar que el 86,50% de la población de los polinizadores se encontraron en IM en antesis y solo el 13,50% en las IF en antesis. Por otro lado, una mayor presencia del número de polinizadores en IF en antesis fue observado en el material genético de Dami las flores (OLEOFLORES), comparado con el material genético de Deli x Lame (CIRAD).

Tabla 2. Población total de insectos polinizadores por hectárea, capturados en los dos materiales genéticos (noviembre del 2015 a noviembre del 2016: 13 meses de evaluación).

Parcela	Material genético	Especies polinizadoras	IMA	IFA	% IMA	% IFA	%
G5c	Deli x Lame (CIRAD)	<i>Elaeidobius kamerunicus</i>	19 326	7 853	71,11	28,89	81,30
		<i>Elaeidobius subvittatus</i>	4 200	2 002	67,72	32,28	
H6a	Dami las flores (OLEOFLORES)	<i>Elaeidobius kamerunicus</i>	92 452	8 743	91,36	8,64	
		<i>Elaeidobius subvittatus</i>	20 605	2 713	88,37	11,63	18,70
Sub total			136 583	21 311	86,50	13,50	
Total			157 894		100		100

IMA: Inflorescencias masculinas en antesis, IFA = inflorescencias femeninas en antesis

Según la cantidad de la población de insectos polinizadoras *E. kamerunicus* fue encontrado en mayor proporción en los dos materiales genéticos en estudio, siendo éste un índice de que tal vez esta especie posea una mayor capacidad de búsqueda a diferencia de *E. subvittatus*. Así mismo, Prada et al. (1998), menciona que las IM es el lugar donde los polinizadores encuentran la mayor fuente de alimentos y protección el cual favorece su reproducción, por consiguiente, a mayor inflorescencia masculina se obtiene mayor población de insectos polinizadores. De la misma manera Labarca (2007), menciona que el número de insectos polinizadores de ambas especies encontradas, dependen del número de IM e IF en antesis que se encuentran en el campo, a medida que aumenta el número de IM en antesis aumenta también el número de insectos polinizadores, el cual fue encontrado en mayor proporción en las IM que en las IF, en antesis; esto debido a que las IM son más atractivas por su fuerte olor a anís y es allí donde van a cumplir su ciclo biológico.

4.5. Variables climáticas de influencia en la inflorescencia masculina y femeninas en antesis (IMA y IFA)

En la Figura 20, de la fluctuación poblacional de inflorescencias se observa mayor IM en antesis entre los meses de marzo hasta agosto del 2016, mientras que las IF en antesis, se observó durante todo el año, con una máxima de 89 en el mes de marzo y una mínima de 67 en el mes de junio.

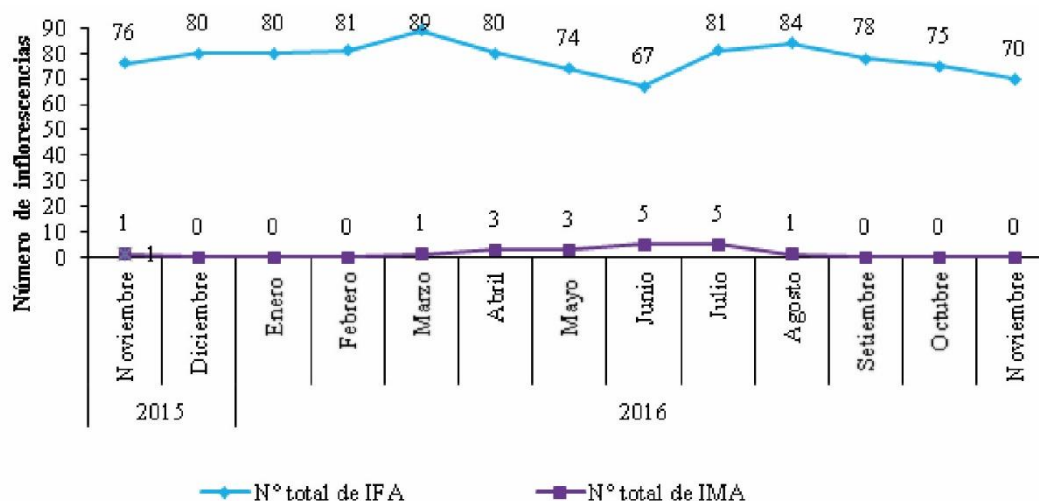


Figura 20. Fluctuación poblacional de inflorescencias femeninas en antesis (IFA) e inflorescencias masculinas en antesis (IMA) en la variedad Deli x Lame (CIRAD).

Con la ayuda del coeficiente de correlación de Pearson, se encontró una asociación negativa baja de ($r = -0,25$; $p = 0,42$) entre el número de IM e IF en antesis para el material

Deli x Lame, lo que significa que a medida que incrementa el número de IM va disminuir el número de IF y viceversa (Tabla 8 - Anexo). No obstante, la variación del número de IF en antesis no es debido a la variación del IM en antesis ya que, el nivel de significancia es mayor de 0,05. Esto es corroborado por el coeficiente de determinación $R^2 = 0,0608$ en el diagrama de dispersión (Figura 21) que solo el 6,08% de la variación del número de IF en antesis es explicada por la variación del número de IM en antesis.

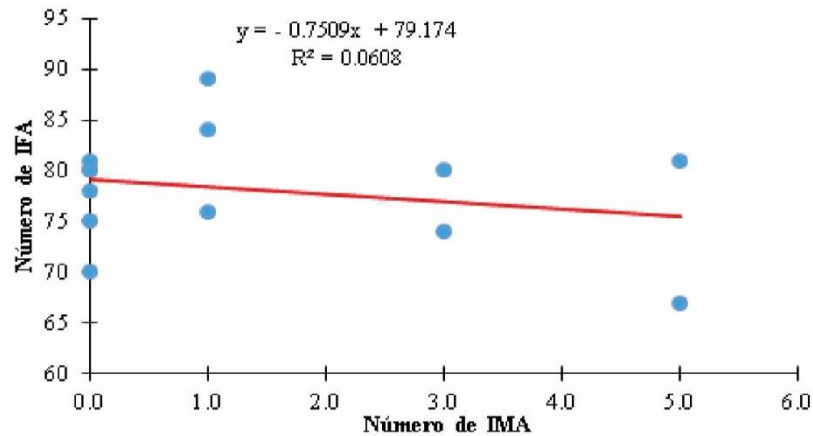


Figura 21. Diagrama de dispersión entre la variable número de IF en antesis y el número de IM en antesis.

Según los datos estadísticos descriptivos (Tabla 3 - Anexo) se encontraron 19,0 IM en antesis y 1 015 IF en antesis en la variedad Deli x Lame (CIRAD), durante toda la evaluación, siendo que la mayor población de IM y la menor en IF se determinó con menor precipitación pluvial como se muestra en la Figura 22.

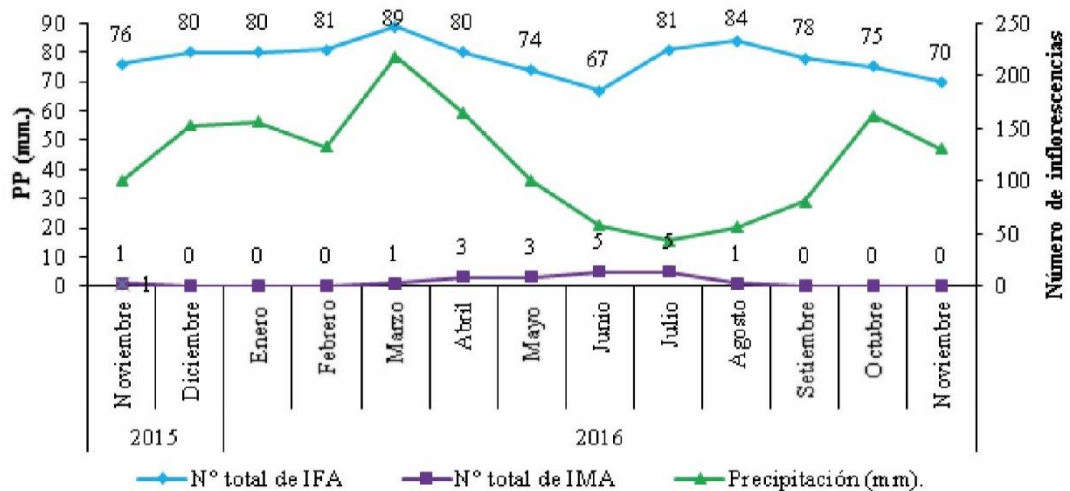


Figura 22. Fluctuación poblacional de inflorescencias masculinas y femeninas en antesis entre la precipitación pluvia anual (mm) en la variedad Deli x Lame (CIRAD).

Los resultados revelan que existe una correlación inversa significativa entre la población de inflorescencias masculinas en antesis (IM) y la precipitación ($r = -0,51$; $p = 0,06$) (Figura 23A; Tabla 8 - Anexo). Esto indica que a medida que aumenta la cantidad de precipitación, la población de IM tiende a disminuir. Por otro lado, se observa una correlación positiva débil y no significativa entre la población de inflorescencias femeninas en antesis (IF) y la precipitación ($r = 0,37$; $p = 0,22$) (Figura 23B; Tabla 8 - Anexo). Estos resultados sugieren que la fluctuación de las poblaciones de IM e IF en antesis está influenciada por factores genéticos, los cuales son regulados por la edad de la planta.

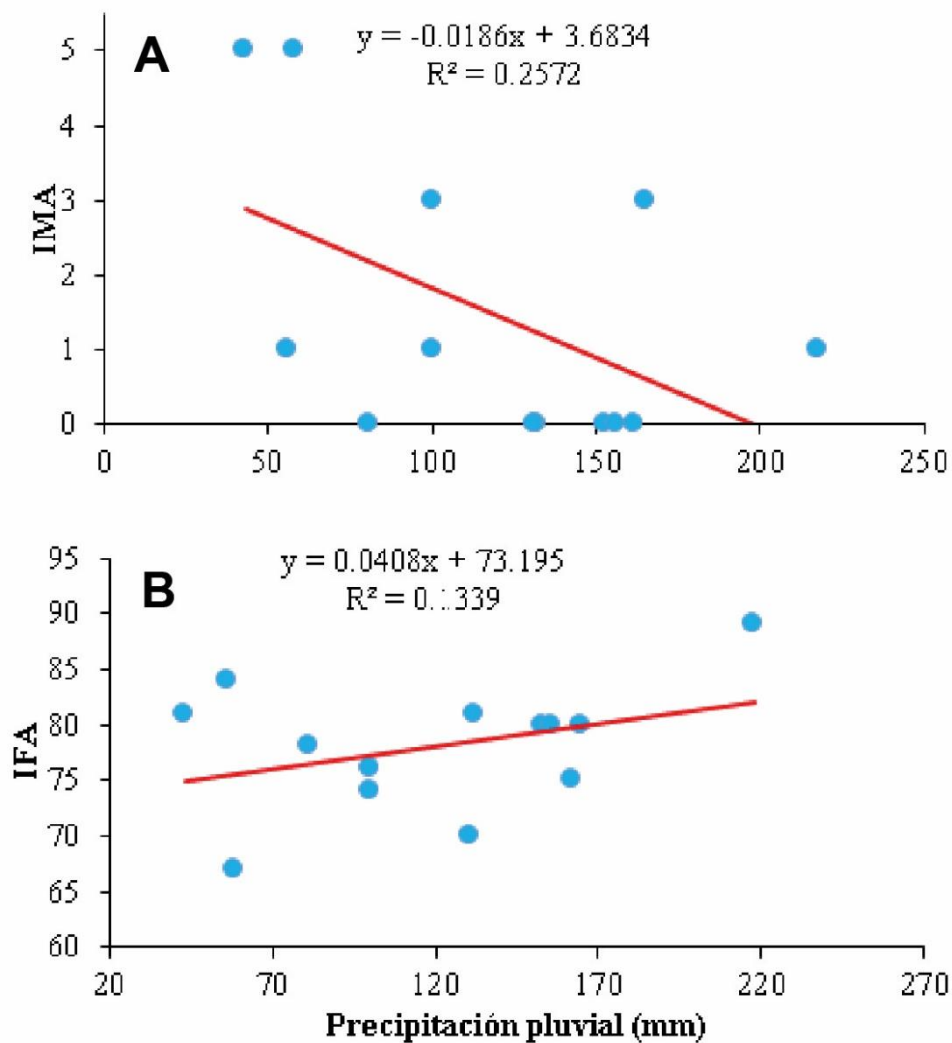


Figura 23. Diagrama de dispersión: A) entre la variable número de IMA y la PP (mm); B) entre la variable número de IFA y la PP (mm).

Es importante destacar que, aunque la correlación entre la población de IM y la precipitación es significativa, el valor de p (0,06) indica que existe una posibilidad de que esta relación sea debido al azar. Por lo tanto, se necesita más investigación para confirmar la validez de esta asociación. Además, la correlación débil y no significativa entre la población de IF y la precipitación sugiere que otros factores, distintos a la precipitación, podrían estar influyendo en la variación de la población de IF en antesis. Estos hallazgos indican que la dinámica de las poblaciones de IM e IF en antesis está determinada por una combinación de factores genéticos y posiblemente otros factores ambientales o fisiológicos no considerados en este estudio. La edad de la planta y su respuesta genética a los cambios ambientales podrían ser determinantes clave en la fluctuación de estas poblaciones. Sin embargo, es necesario realizar investigaciones adicionales para comprender mejor los factores que afectan estas fluctuaciones y su impacto en la polinización y el rendimiento de la palma aceitera. Estos resultados proporcionan una base inicial para futuros estudios y contribuyen al conocimiento sobre la interacción entre las poblaciones de insectos polinizadores, las inflorescencias masculinas y femeninas, y las condiciones ambientales en el cultivo de la palma aceitera.

Los resultados muestran una correlación negativa significativa entre la fluctuación poblacional de las inflorescencias masculinas en antesis (IM) y la temperatura ($r = -0,54$; $p = 0,04$) y la humedad relativa ($r = -0,59$; $p = 0,03$) (Figura 24A; Tabla 8 - Anexo). Esto indica que un aumento en la temperatura y la humedad relativa resultará en una disminución en la cantidad de IM en antesis. Estos hallazgos sugieren que las condiciones ambientales desfavorables, caracterizadas por temperaturas más altas y niveles de humedad relativa más bajos, pueden afectar negativamente la población de IM en antesis. Por otro lado, se observa que la relación entre el número de inflorescencias femeninas en antesis (IF) y las variables mencionadas es prácticamente nula, lo que indica que la fluctuación de la población de IF en antesis está determinada principalmente por factores genéticos y no por las condiciones ambientales analizadas. Además, se encontró una correlación positiva débil entre el número de inflorescencias masculinas en antesis (IMA) y la evapotranspiración ($r = 0,3$; $p = 0,32$) y la presión barométrica ($r = 0,47$; $p = 0,1$) (Figura 24B; Tabla 8 - Anexo).

De manera similar, se encontró una correlación positiva débil entre el número de inflorescencias femeninas en antesis (IFA) y la evapotranspiración ($r = 0,34$; $p = 0,25$) y la presión barométrica ($r = 0,46$; $p = 0,12$) (Figura 24C; Tabla 8 - Anexo). Estos resultados indican que existe una ligera influencia de la evapotranspiración y la presión barométrica en la población de IMA e IFA, aunque no es significativa. Datos que sugieren que las condiciones ambientales, como la temperatura, la humedad relativa, la evapotranspiración y la presión

barométrica, pueden desempeñar un papel en la fluctuación de la población de inflorescencias masculinas en antesis, pero tienen una influencia limitada en la población de inflorescencias femeninas en antesis.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que las correlaciones encontradas son débiles y en algunos casos no son significativas, lo que indica la necesidad de investigaciones adicionales para comprender mejor la relación entre estas variables y la dinámica de las poblaciones de inflorescencias en el cultivo de palma aceitera.

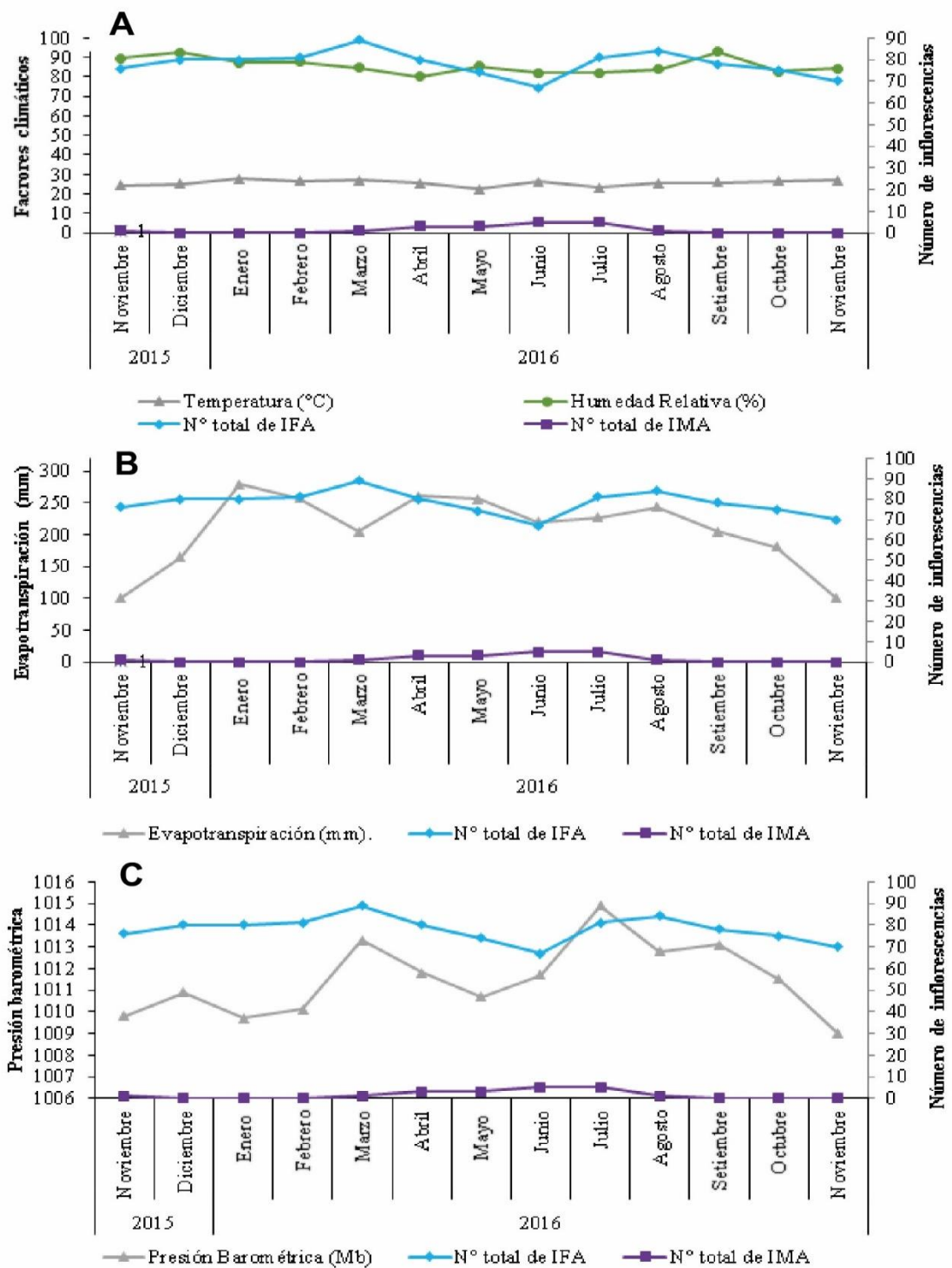


Figura 24. Fluctuación poblacional de inflorescencias masculinas y femeninas en antesis: A) T (°C) y HR (%); B) Evapotranspiración (mm); C) Presión barométrica (Mb) en la variedad Deli x Lime (CIRAD).

En la variedad Dami las flores (OLEOFLORES), se encontró presencia de IM en antesis durante todo el año según la estadística descriptivas con una mínima de 1 en el mes de noviembre del 2015 y una máxima de 19 en el mes de noviembre del 2016, mientras que la fluctuación de la IF en antesis se incrementó desde el mes de diciembre del 2015 hasta marzo del 2016 (Figura 25; Tabla 3 – Anexo).

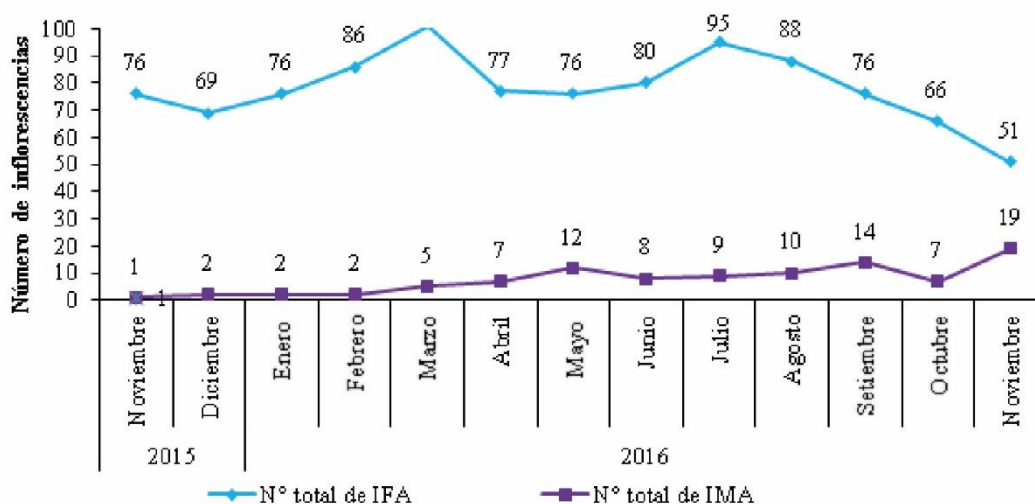


Figura 25. Fluctuación poblacional de IFA e IMA en la variedad Dami las flores (OLEOFLORES).

Los resultados muestran una relación negativa entre el número de inflorescencias masculinas en antesis (IM) y el número de inflorescencias femeninas en antesis (IF) ($r = -0,48$; $p = 0,1$). Esto indica que a medida que aumenta el número de IM, disminuye el número de IF y viceversa. Sin embargo, el valor p sugiere que esta variación puede deberse a factores aleatorios y no es estadísticamente significativa. Además, el coeficiente de determinación indica que solo el 13,6% de la variación en el número de IF puede ser explicada por la variación en el número de IM (Figura 26; Tabla 9 - Anexo). Esto significa que hay otros factores que influyen en la variación del número de IF, aparte del número de IM. Estos hallazgos sugieren que, aunque existe una relación entre el número de IM y IF, esta relación es débil y otros factores, como factores genéticos o ambientales, pueden estar involucrados en la determinación del número de IF en antesis. En resumen, los resultados indican que hay una relación negativa entre el número de IM y IF en antesis, pero esta relación no es significativa y solo explica una pequeña parte de la variación en el número de IF. Se requiere una mayor investigación para comprender mejor los factores que afectan la producción de IM e IF en la palma aceitera y cómo interactúan entre sí.

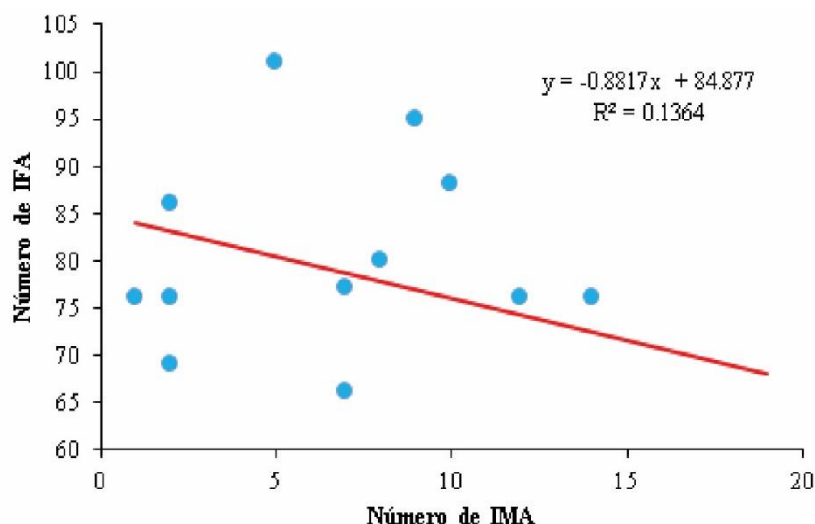


Figura 26. Diagrama de dispersión entre la variable número de IFA el número de IMA en la variedad Dami las flores (OLEOFLORES).

Los resultados indican que la precipitación pluvial, la temperatura y la humedad relativa no tienen una influencia significativa en el número de inflorescencias masculinas (IM) e inflorescencias femeninas (IF) en antesis. La correlación entre estas variables es muy débil o nula. En el caso de la precipitación pluvial, se encontró una correlación media con el número de IM ($r = -0,33$; $p = 0,2573$) como con el número de IF ($r = -0,11$; $p = 0,66$) (Figura 27A; Tabla 9 - Anexo). Esto indica que la cantidad de lluvia no tiene un impacto moderado en la producción de IM e IF en antesis. De manera similar, se encontró una relación media entre la temperatura y la humedad relativa con el número de IM e IF en antesis (Figura 27B; Tabla 9 – Anexo). Estos resultados sugieren que estos factores climáticos no son determinantes en la producción de IM e IF en la palma aceitera. Por otro lado, se observa una relación positiva, aunque no significativa, entre el número de inflorescencias femeninas en antesis (IFA) y la evapotranspiración ($r = 0,52$; $p = 0,07$) (Figura 27C; Tabla 9 - Anexo). Esto indica que niveles más altos de evapotranspiración podrían estar asociados con un mayor número de IFA, aunque la relación no es lo suficientemente fuerte como para ser considerada estadísticamente significativa. En cuanto a la presión barométrica, se encontró una correlación positiva significativa con el número de IFA ($r = 0,69$; $p = 0,01$) (Figura 28; Tabla 9 – Anexo). Esto sugiere que cambios en la presión barométrica pueden tener un impacto en la producción de IFA en la palma aceitera. En resumen, los resultados indican que la precipitación pluvial, la temperatura y la humedad relativa no influyen de manera significativa en la producción de IM e IF en antesis en la palma aceitera. Sin embargo, se observa una posible asociación entre la evapotranspiración y la presión barométrica con la producción de IFA, aunque se requiere más

investigación para confirmar estos hallazgos y comprender mejor los factores que influyen en la producción de flores en la palma aceitera.

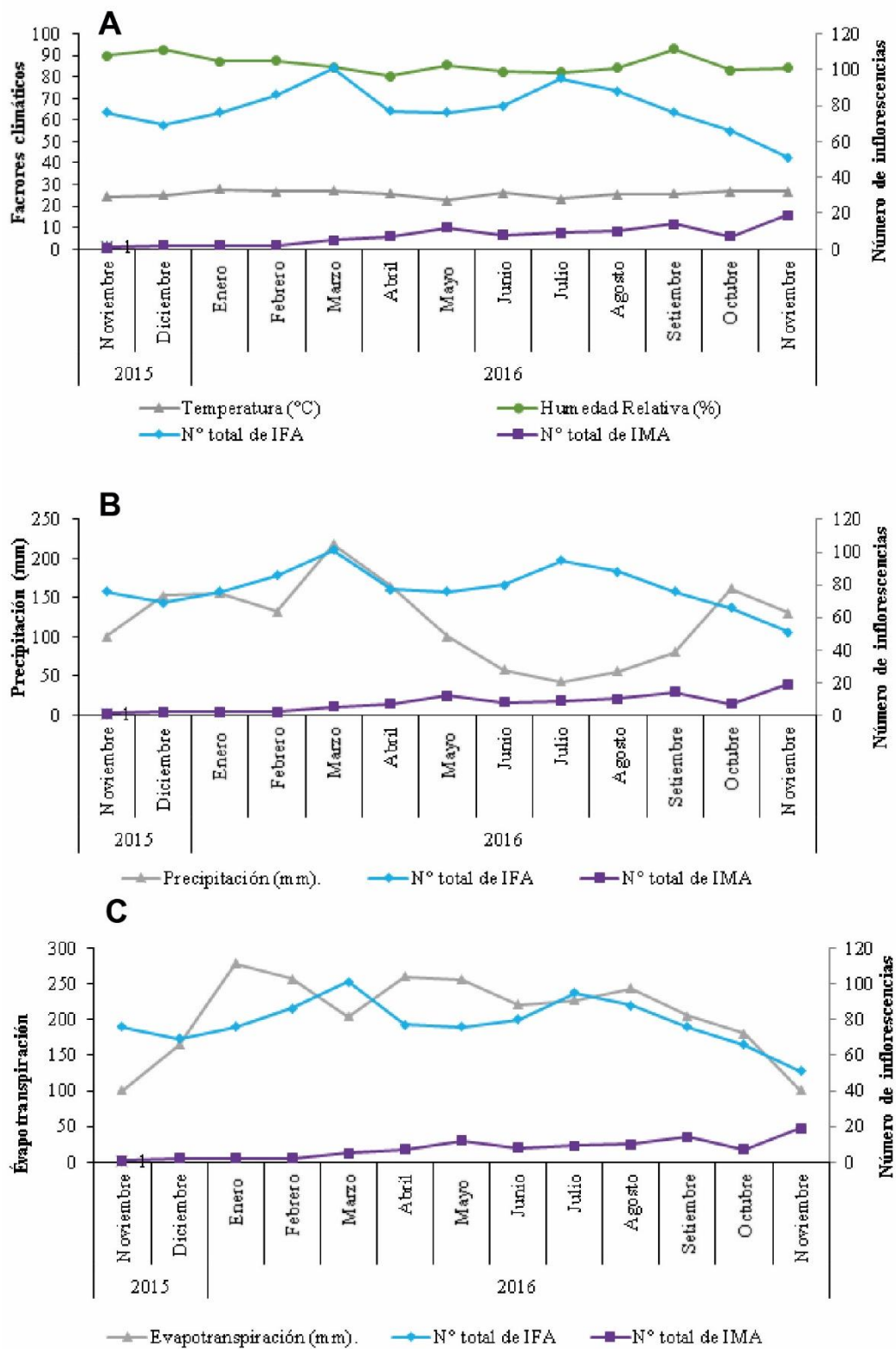


Figura 27. Fluctuación poblacional de IMA, IFA: A) Temperatura (°C) y HR (%); B) Precipitación pluvial (mm); C) Evapotranspiración (mm).

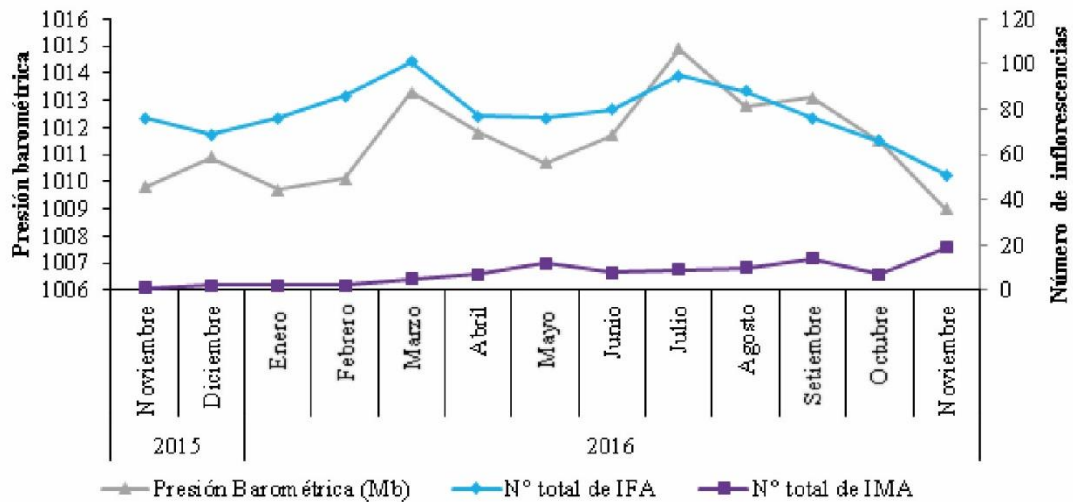


Figura 28. Fluctuación poblacional de IMA y IFA y la presión barométrica (Mb).

4.6. Variables de influencia sobre las especies polinizadoras en la inflorescencia masculina en antesis

El incremento de la población de *E. kamerunicus* en las IM en antesis (Deli x Lame) aparece en el mes de marzo con una población de 927, representando un ligero incremento hasta el mes de mayo, con su pico más alto en el mes de julio (población máxima de 8 474). Mientras que la población de *E. subvittatus* es menor, llegando a contabilizarse hasta 1 701 individuos de esta especie en el mes de julio (Figura 29).

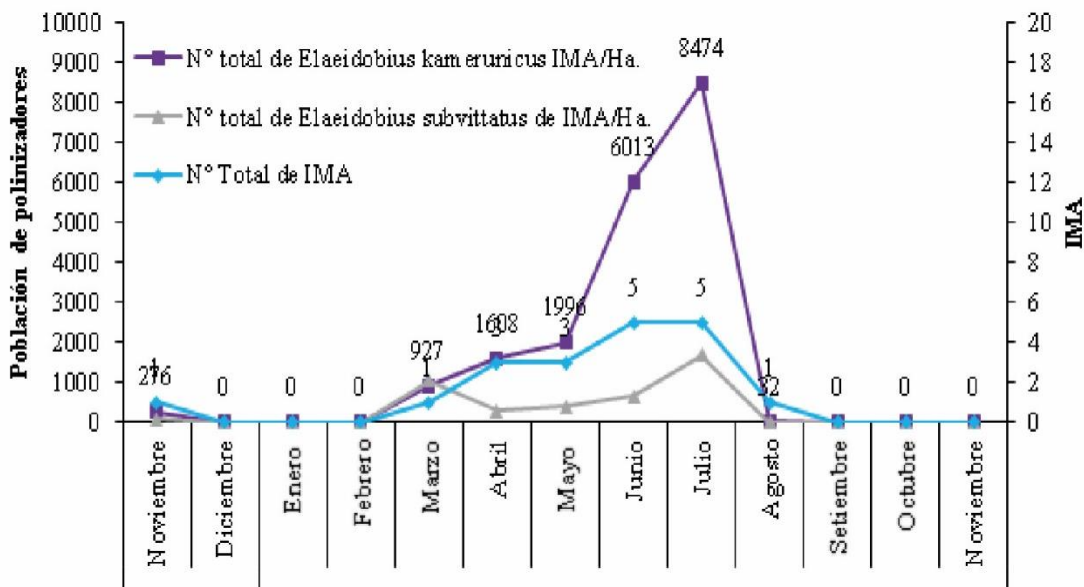


Figura 29. Fluctuación poblacional de la inflorescencia masculina en antesis y los insectos polinizadores en el material genético Deli x Lame (CIRAD).

Los resultados indican que existe una asociación positiva muy fuerte entre el número de inflorescencias masculinas (IM) en antesis y la población de *E. kamerunicus*, un insecto polinizador. El coeficiente de correlación de Pearson mostró un valor de $r=0,92$, lo que indica una correlación positiva muy alta entre estas dos variables. Esto significa que a medida que aumenta el número de IM en antesis, también se incrementa la población de *E. kamerunicus*.

El valor p ($p=0,00000012$) indica que esta asociación es altamente significativa. El diagrama de dispersión (Figura 30A) muestra una distribución de puntos que confirma esta asociación positiva. Además, se calculó el coeficiente de determinación, que reveló que el 84,34% de la variación en la población de *E. kamerunicus* puede ser explicada por la variación en el número de IM en antesis. Esto indica que el número de IM en antesis es un factor importante que influye en la población de *E. kamerunicus*.

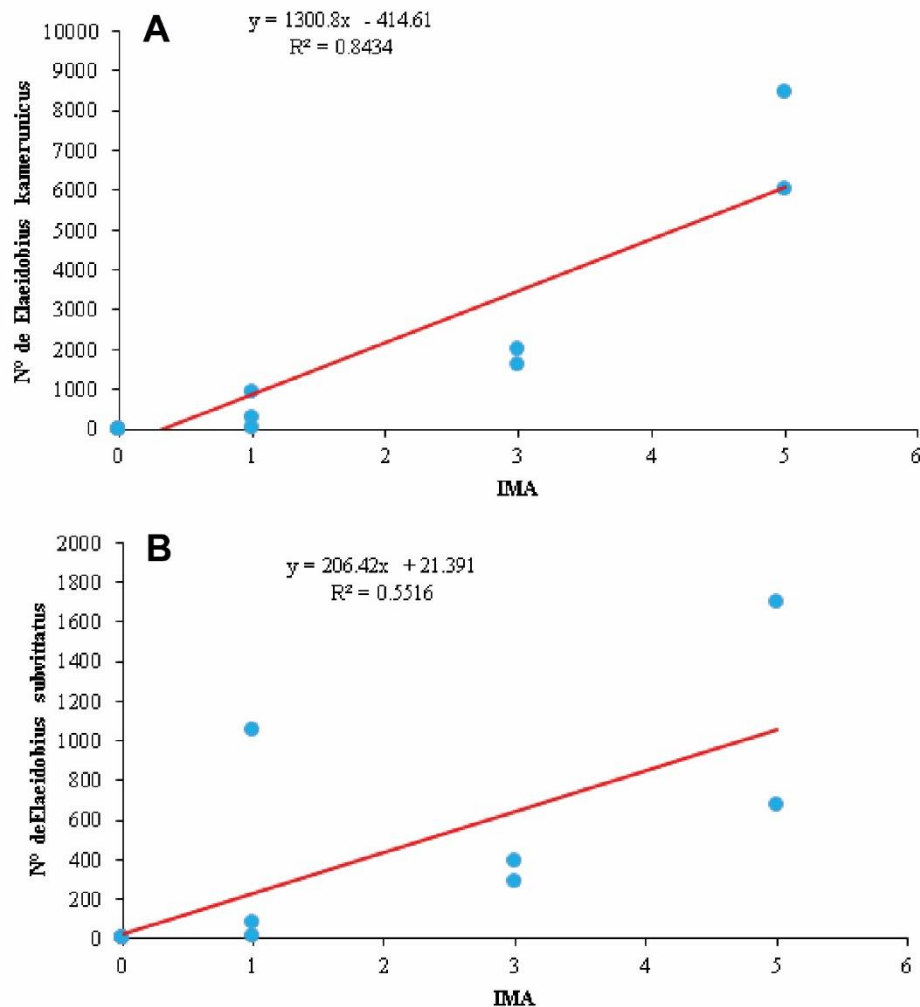


Figura 30. Diagrama de dispersión: A) Entre la IMA y N° de *Elaeidobius kamerunicus*; B) Entre la IMA y N° *Elaeidobius subvittatus* de en la variedad Deli x Lame (CIRAD)

De manera similar, se encontró una asociación positiva ($r=0,74$; $p=0,000001$) entre el número de IM en antesis y la población de *E. subvittatus*, otro insecto polinizador (Figura 30B). Esto significa que a medida que aumenta el número de IM en antesis, también se incrementa la población de *E. subvittatus*. Esta asociación también es altamente significativa debido al valor bajo de p .

En resumen, los resultados indican que tanto la población de *E. kamerunicus* como la de *E. subvittatus* están positivamente relacionadas con el número de IM en antesis. Estos hallazgos sugieren que el número de IM en antesis desempeña un papel crucial en la atracción y proliferación de estos insectos polinizadores en la palma aceitera.

Se observó una fluctuación en la población de los insectos polinizadores en las inflorescencias masculinas (IM) en antesis de la variedad Dami las flores (OLEOFLORES). La Figura 31, muestra que tanto *E. kamerunicus* como *E. subvittatus* estuvieron presentes durante todo el período de evaluación. Se observó que la fluctuación de la población de los insectos polinizadores está relacionada con la presencia de las inflorescencias masculinas en antesis. Hubo un ligero aumento en la presencia de inflorescencias masculinas desde noviembre de 2015 hasta mayo de 2016, lo que probablemente contribuyó al aumento de la población de los insectos polinizadores en ese período.

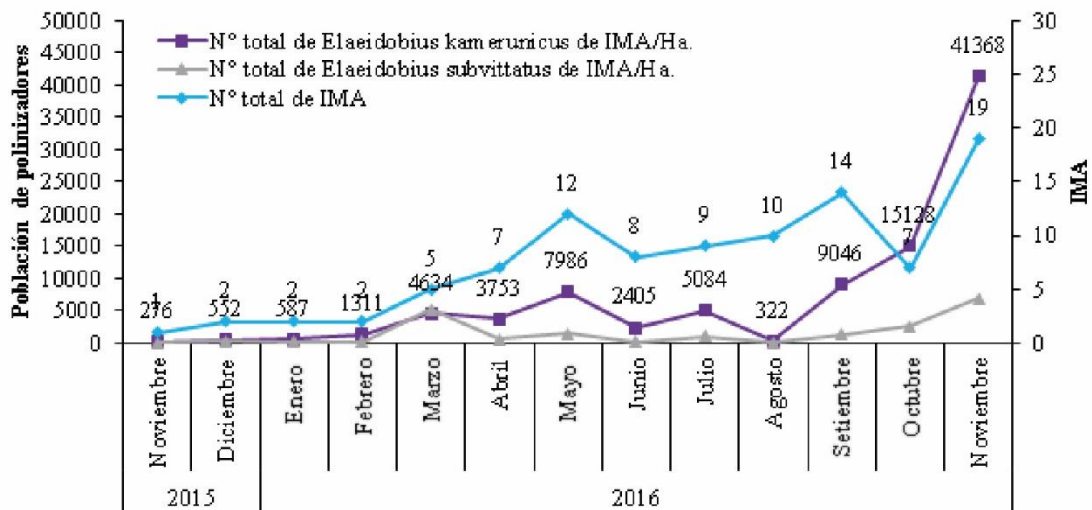


Figura 3. Fluctuación poblacional de IMA y las especies polinizadoras en el material genético Dami las flores (OLEOFLORES).

Posteriormente, la población de los insectos polinizadores comenzó a disminuir, alcanzando su punto más bajo en el mes de agosto. Sin embargo, en los meses siguientes, la

población comenzó a aumentar nuevamente, coincidiendo con el incremento en la presencia de inflorescencias masculinas en antesis. Estos hallazgos sugieren que la presencia y cantidad de inflorescencias masculinas en antesis influyen en la población de los insectos polinizadores. A medida que aumenta el número de inflorescencias masculinas en antesis, se observa un incremento en la población de los insectos polinizadores. Este patrón de fluctuación puede tener implicaciones importantes para el éxito reproductivo de la planta y la producción de frutos en la variedad estudiada.

Los resultados muestran que existe una asociación significativa y positiva entre el número de inflorescencias masculinas (IM) en antesis y la población de *E. kamerunicus* (Figura 32A), con un coeficiente de correlación de 0,75 y un valor p muy bajo (0,000001). Esto indica que a medida que aumenta el número de IM en antesis, también aumenta la población de *E. kamerunicus*. Además, se encontró una correlación positiva entre el número de IM en antesis y la población de *E. subvittatus* (Figura 32B), con un coeficiente de correlación de 0,56 y un valor p de 0,04. Esto sugiere que a medida que aumenta el número de IM en antesis, también aumenta la población de *E. subvittatus*, aunque esta asociación puede ser menos fuerte que en el caso de *E. kamerunicus*. Adicionalmente, se observó una relación positiva entre las dos especies de polinizadores (Figura 32C), con un coeficiente de correlación de 0,82 y un valor p muy bajo (0,000001).

Esto indica que existe una asociación significativa entre la población de *E. kamerunicus* y *E. subvittatus*. Los coeficientes de determinación también respaldan esta relación, lo que sugiere que la variación en la población de las especies polinizadoras está relacionada con la variación en el número de IM en antesis. Con ello, los resultados indican que hay una relación positiva entre el número de IM en antesis y la población de ambas especies de polinizadores, *E. kamerunicus* y *E. subvittatus*. Estos hallazgos son importantes para comprender la dinámica de la polinización y posterior producción de racimos en el cultivo.

En cuanto a las variables climáticas, la humedad relativa (H.R.) y la presión atmosférica fueron de influencia para la actividad polinizadora de las especies *E. kamerunicus* y *E. subvittatus* durante las IM en antesis. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Dávila (2016), quién estudió la biología de los insectos polinizadores en la palma aceitera para medir el incremento de producción en relación a los híbridos de la planta; encontrando que entre las especies que adquieren mayor actividad polinizadora en un incremento de la H.R., fue *E. kamerunicus*. Sobre la presión atmosférica no se encontró registro alguno que nos diera un indicio de influencia sobre la polinización de alguna de las dos especies.

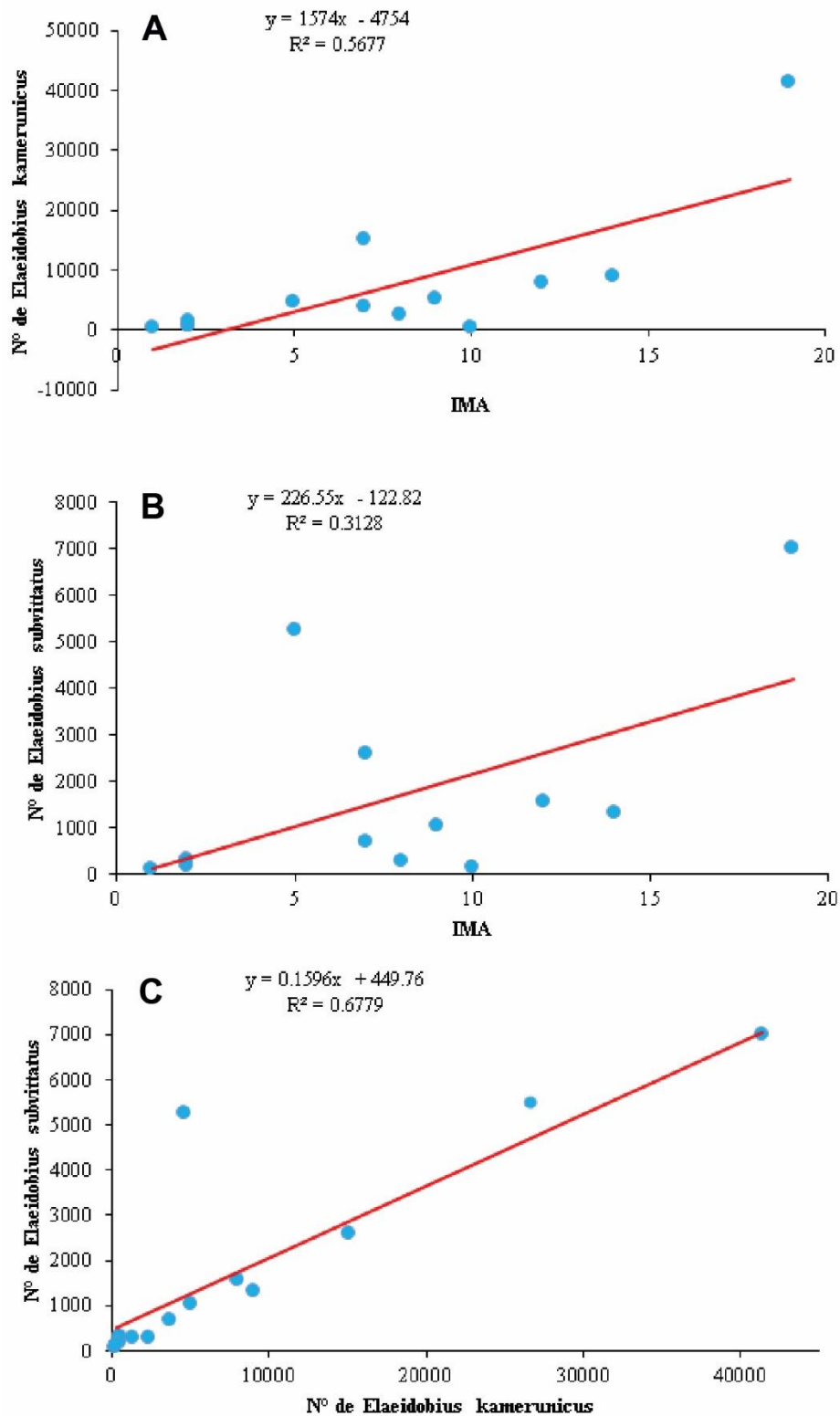


Figura 32. Diagrama de dispersión: A) Entre IM en antesis y Nº de *Elaeidobius kamerunicus*; B) Entre la IMA y Nº de *Elaeidobius subvittatus*; C) Entre el Nº de *E. kamerunicus* y el Nº de *E. subvittatus*.

Por otro lado, Genty et al. (1986), mencionan que la actividad de estos polinizadores no sólo puede estar regida por la H.R., sino además por la temperatura, ya que se ha logrado registrar un pequeño pico de calor en las IF luego de la antesis, lo que podría generar el incremento del número de visitas de los insectos (con carga de polen) hacia el órgano femenino de la planta. Aclarando que este fenómeno es después de la antesis, de allí que la relación entre el número de polinizadores en función al número de IM sea más importante que las IF en este trabajo.

En general, la IM en antesis es la variable más representativa en el estudio de la actividad polinizadora y efectos de los cambios climáticos sobre las inflorescencias de la palma aceitera; puesto que es en este órgano sexual donde se albergan los insectos durante su desarrollo. Sin embargo, según menciona Labarca (2007), su relevancia no necesariamente representa una relación positiva con las demás variables (incluso con los insectos polinizadores).

4.6.1. Variables ambientales en *E. kamerunicus* sobre las IM en antesis

En relación a la actividad polinizadora de los individuos de la especie *E. kamerunicus* en las IM en antesis, encontramos que su presencia está asociado al número de IF en antesis por planta y al número de IM en antesis registrado por hectárea. Esto se manifiesta como una relación intrínseca entre estos componentes, ya que a mayor número de IF en antesis por hectárea y mediante una disminución del número de IM en antesis por cada planta, se necesitaría un mayor número de individuos adultos de la especie *E. kamerunicus* para el proceso de polinización natural en el cultivo de palma.

Por ello Syed (1979) y Prada et al. (1998), señalan que esta especie es más activa y eficiente que los individuos de la especie *E. subvitattus*. En efecto, Meléndez y Ponce (2016), menciona que la presencia de esta especie es más importante en las IM, ya que es en este órgano reproductivo en donde se desarrollan los insectos desde su etapa larvaria. Esta respuesta puede deberse, como lo explican Genty et al. (1986), a la coevolución de los individuos del género *E. guineensis*, dando como resultado una alta especificidad de las especies en estudio con un órgano reproductivo en particular. Esta relación permite una coexistencia armónica de más de una especie polinizadora de este grupo sobre la misma planta.

4.6.2. Variables ambientales en *E. subvitattus* sobre las IM en antesis

En *E. subvitattus*, se encontró que la presencia de estos individuos en las IM está mediada por la relación entre las IM en antesis por hectárea en cada planta. Sin embargo, del modelo final observamos que, aunque se incremente el número de IM en antesis

por hectárea, esto no asegura un mayor número presencial de esta especie, por el contrario, la densidad de estos insectos disminuye. Entre otros aspectos, podría deberse a los cambios ambientales; tal como lo mencionan Yalamoussa et al. (2011), citado por Meléndez y Ponce (2016), donde se afirma que la población de esta especie está regulada por factores climáticos. Por otro lado, Labarca (2009), señala que, en las IM en antesis de la palma aceitera, el número de individuos de *E. subvittatus* puede significar apenas el 0,02 % de la población de *E. kamerunicus* durante la antesis de este órgano sexual.

Precisamente Syed (1984), asegura que *E. subvittatus* se presenta en menor número que *E. kamerunicus* en la palma aceitera. Pero registrando una mayor capacidad de búsqueda, medido en minutos desde su liberación hasta el tiempo que le tome al primer insecto en posarse sobre el órgano sexual determinado.

4.7. Variables de influencia en la población de especies polinizadoras en la inflorescencia femenina en antesis

La fluctuación poblacional de *E. kamerunicus* y *E. subvittatus* en las IF en antesis se puede apreciar que existe un incremento de la población de ambos polinizadores a medida que la población de IF disminuye y esto se puede observar en dos etapas del año. La primera entre los meses de noviembre y diciembre y, la segunda entre los meses de junio y julio, siendo que la población es menor entre los meses de enero hasta mayo y de agosto a setiembre que concuerda justamente con una población mayor de IF en antesis (Figura 33).

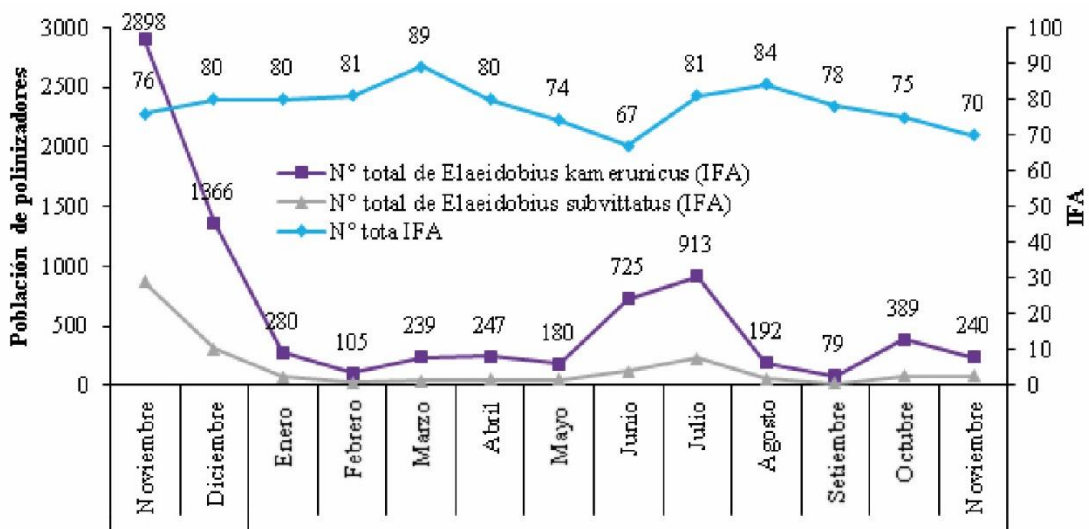


Figura 33. Fluctuación poblacional de la inflorescencia femenina en antesis y los insectos polinizadores en el material genético Deli x Lame (CIRAD).

Según el coeficiente de correlación de Pearson la variable población de *E. kamerunicus* y *E. subvittatus* con la población de IF en antesis presentan una asociación muy baja ($r=-0,14$; $p=0,65$ y $r=-0,12$; $p=0,70$) (Figura 34A y 34B). Sin embargo, la relación que existe entre ambas poblaciones es muy alta o perfecta positiva o directa con un coeficiente de correlación de $r=0,99$; $p=0,0000001$; corroborado por el coeficiente de determinación ($R^2=0,9772$) que el 97,72% de la variación de una depende de la otra (Figura 34C).

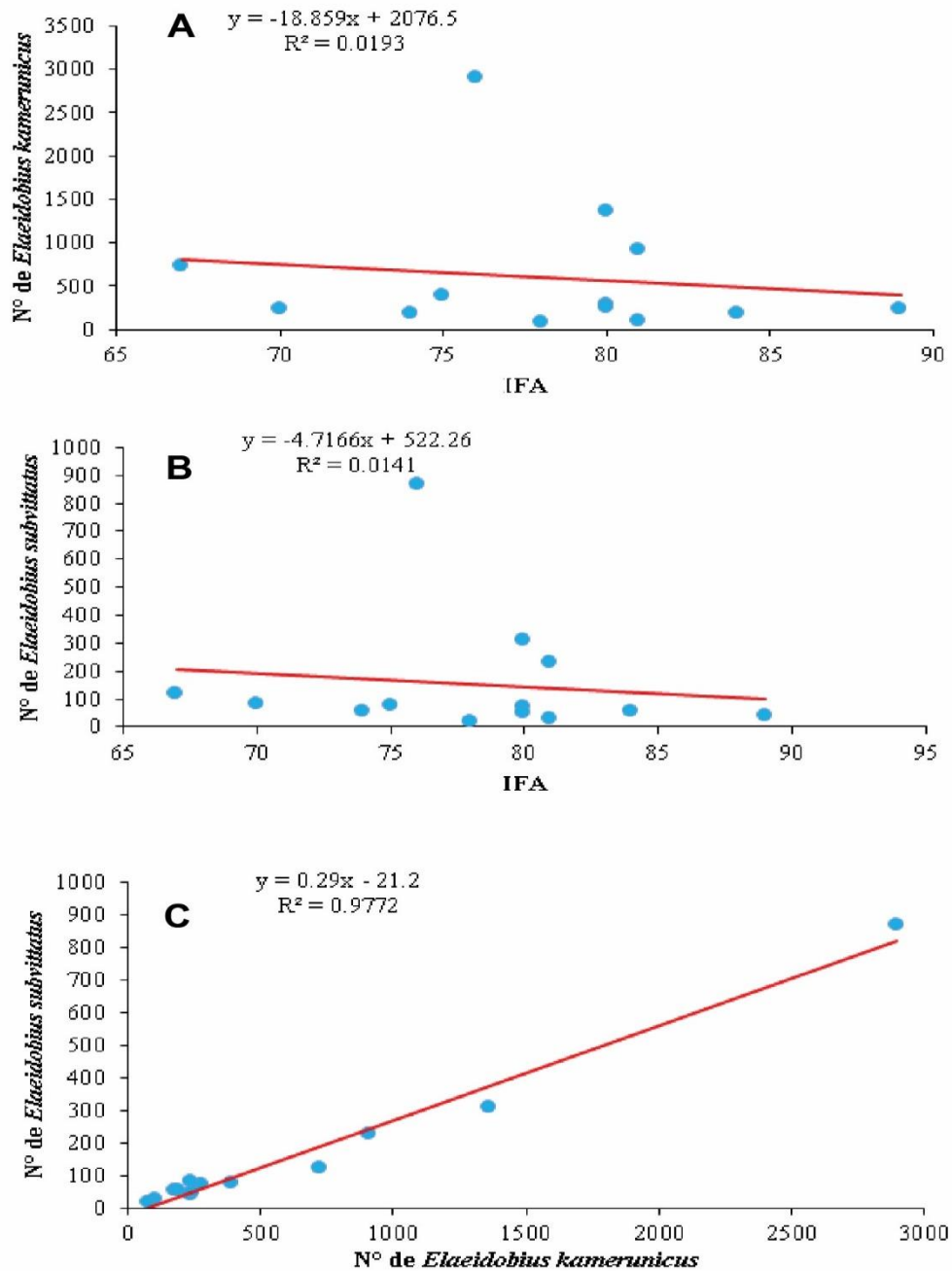


Figura 34. Diagrama de dispersión; A) entre la IFA y N° de *Elaeidobius kamerunicus*; B) Entre la IFA y N° de *Elaeidobius subvittatus*; C) Entre el N° de *Elaeidobius kamerunicus* y N° de *Elaeidobius subvittatus* en inflorescencias femeninas en antesis.

Según la Figura 35 y los estadísticos descriptivos (Tabla 03 - Anexo), la fluctuación poblacional de los insectos polinizadores desde el momento de la evaluación, *E. kamerunicus* y *E. subvittatus* incrementaron su población desde el mes de noviembre alcanzando su pico más alto, ambas especies, entre los meses de abril hasta julio, con poblaciones bajas entre los meses de enero, febrero, marzo, agosto y septiembre. A demás se puede observar una relación inversa con el número de IF en antesis.

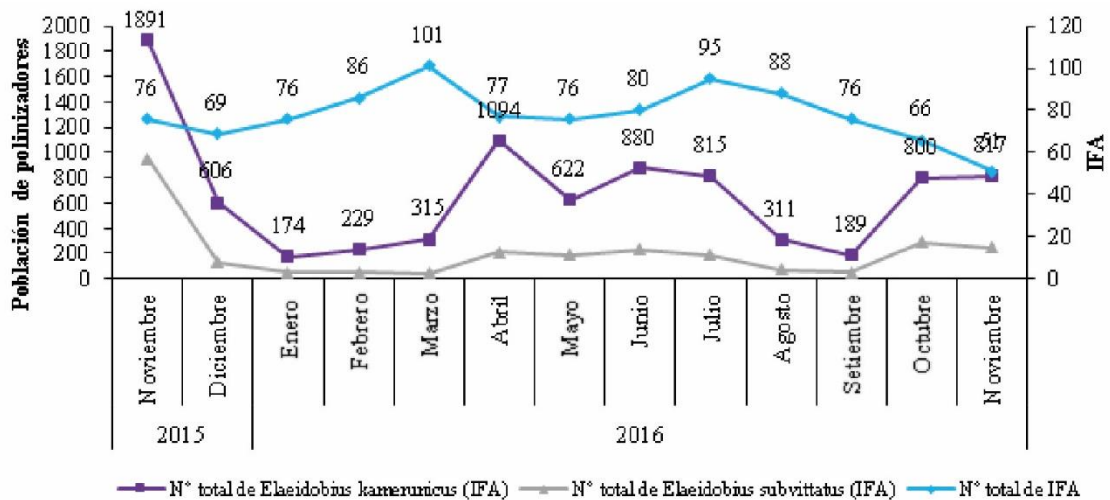


Figura 35. Fluctuación poblacional de IFA y las especies polinizadoras en el material genético Dami las flores (OLEOFLORES).

Las variables población de *E. kamerunicus* y *E. subvittatus* y las IF en antesis presentan una correlación débil negativa no significativa de ($r = -0,25$; $p = 0,25$ y $r = -0,43$; $p = 0,43$) Figura 36A y 36B). Sin embargo, la relación entre poblaciones *E. kamerunicus* y *E. subvittatus* es muy alta positiva y significativa de ($r = 0,93$; $p = 0,00000001$) (Figura 36C).

En el caso de las IF en antesis, se encontró que entre los factores ambientales que influenciaron de alguna manera la actividad polinizadora y presencial de los individuos de las especies *E. kamerunicus* y *E. subvittatus* fueron la H.R. y la presión atmosférica, los mismos factores influyentes en las IM en antesis. Syed (1984) y Mondragón & Roa (1985), indicaron que el incremento poblacional de ambas especies del género *Elaeidobius* se manifestó luego de las lluvias, lo cual se ubicaba en un mayor porcentaje de H.R. durante sus visitas.

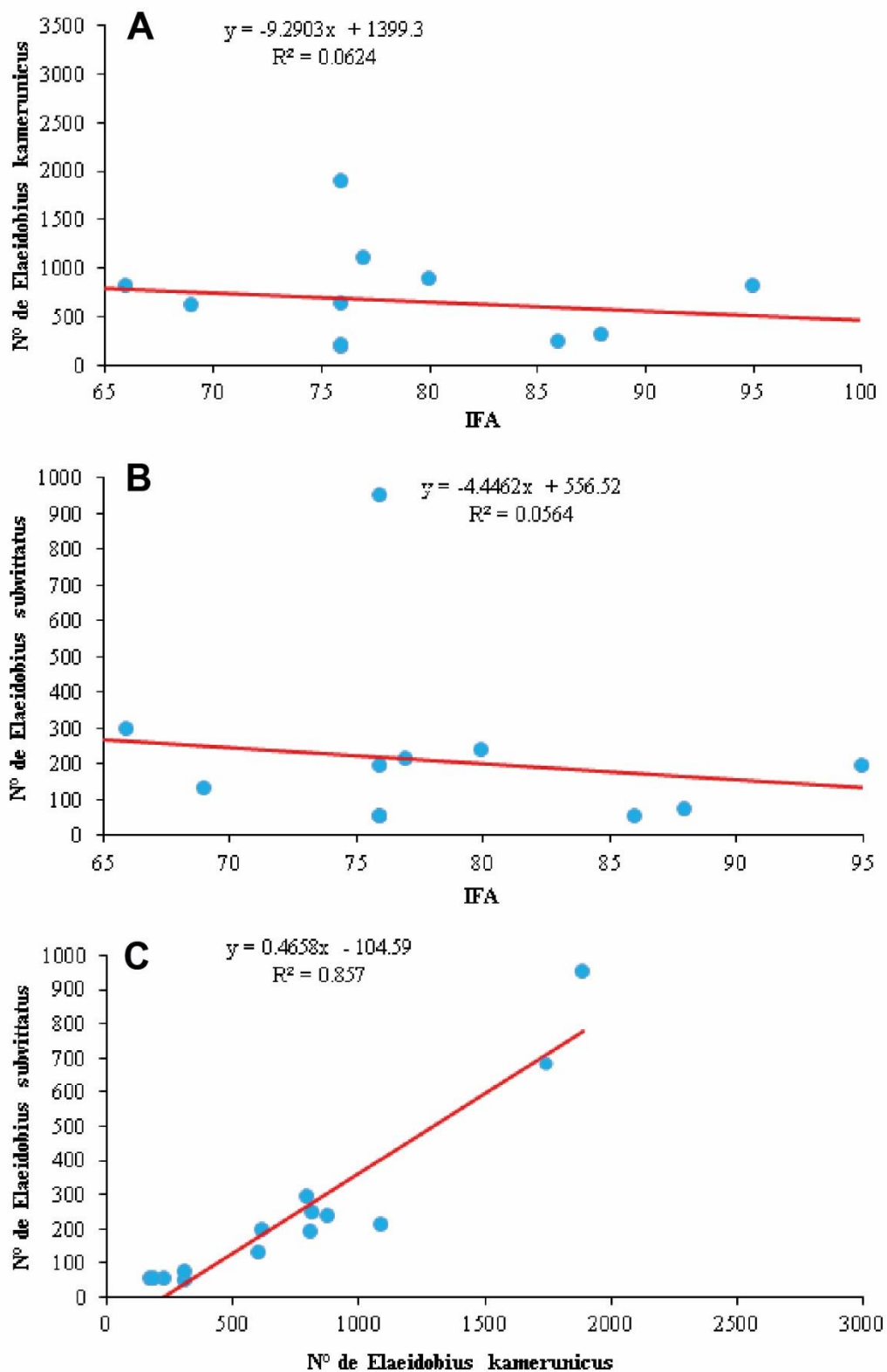


Figura 36. Diagrama de dispersión: A) Entre la IFA y N° de *Elaeidobius kamerunicus*; B) Entre la IFA y N° de *Elaeidobius subvittatus*; C) Entre el N° de *Elaeidobius kamerunicus* y el N° de *Elaeidobius subvittatus*.

Por otro lado, Labarca (2007), encontró que el mayor número de IF en antesis no coincidió con el mayor valor de la precipitación. Lo cual indica que existe una correlación clara entre la fluctuación de las IF en antesis y las precipitaciones, sin que esto corresponda a una relación lineal positiva. Al igual que Labarca, Arústegui et al. (2015), indicaron que, en efecto, existe una relación entre las precipitaciones y las IF. Sin embargo, se encontró que esta relación es negativa, aunque no significativa. Esto quiere decir que la relacionante no describe una función lineal, al no coincidir los valores más altos de las variables influyentes. Sobre la presión atmosférica no se encontró registro alguno que nos diera un indicio de influencia sobre la polinización de alguna de las dos especies.

4.7.1. Variables ambientales en *E. kamerunicus* sobre las IF en antesis

En función a la actividad polinizadora de los individuos de la especie *E. kamerunicus* en las IF en antesis, se encontró que su número poblacional fluctúa en base al número de IM en antesis por cada hectárea (con tiempo de rezago menor a uno). Esta relación permite describir una función lineal con sólo una variable en el modelo final. Si se compara la densidad poblacional de esta especie presente en las IM en antesis, en función al modelo final propuesto en este estudio, y la fluctuación poblacional de los individuos de esta misma especie en las IF en antesis (también en función al modelo final postulado), se encontró que, en las IM en antesis, la variable determinante es el número de IF en antesis por planta; en cambio en las IF en antesis la variable determinante es el número de IM en antesis por hectárea. Esto quiere decir que mientras se encuentre menos IF por planta se presentará un mayor número de *E. kamerunicus* en las IM en antesis y, por el contrario, mientras se cuente con un mayor número de IM en antesis por hectárea se presentará un mayor número poblacional de esta misma especie en las IFA.

Esta relación entre el número de IFA y la cantidad de insectos que lo visitan, responden a una suerte de desplazamiento por parte de *E. kamerunicus*, como lo mencionan Chinchilla et al., (1990). Esta especie desplaza a *E. subvittatus* por medio de una competencia. Sin embargo, el mismo Chinchilla et al. (1988), mencionan que (al margen de alguna relación entre estos factores), el número de insectos polinizadores que visitan las IF en antesis es menor que en las IM en antesis, siendo siempre *E. kamerunicus* el que se presentan en mayor número. Labarca (2007), le encuentra una explicación a este fenómeno, nombrándolo como un “error” por parte de los insectos; ya que estos se sienten atraídos por la liberación de un aroma del mismo tipo que produce la flor masculina. En seguida, la polinización va a depender solamente de la cantidad de polen que pueda acarrear el insecto. El tiempo que tardan

en este órgano femenino es muy corto y tiende a abandonarlo rápidamente, puesto que aquí no encuentra ni alimento ni un buen lugar para su oviposición.

4.7.2. Variables ambientales en *E. subvittatus* sobre las IF en antesis

Mondragón y Roa (1985), indicaron que *E. subvittatus* se puede presentar en mayor número en las IF en antesis después de las lluvias, es decir con un aumento de la H.R. Otra característica relevante que puede ser de influencia para la densidad poblacional de alguna de las dos especies en las IF, es que el periodo de receptividad es muy corto (alrededor de 40 horas); además de que estas especies pueden presentar ciertas limitaciones durante la lluvia, a pesar de que *E. subvittatus* se beneficie por el incremento de H.R. Es probable que por este motivo se haya encontrado una menor densidad poblacional de individuos de esta especie en el órgano femenino de la planta. Una alternativa causal podría deberse al aprovechamiento de estos insectos luego de las lluvias, ya que al carecer de pilosidad (como sucede con *E. kamerunicus*) la eficiencia de acarreo de polen es menor. Sin embargo, con la humedad, el polen puede adherirse a su cuerpo, aunque en menor porcentaje que con las setas presentes.

Finalmente encontramos que, en general, la cantidad de insectos de ambas especies en estudio en las IF en antesis fue menos que los registrados en las IM en antesis. Donde una razón posible la advierte Syed (1984), el cual menciona que resulta difícil medir el número de insectos polinizadores (de las especies estudiadas) que visitan las IF en antesis, ya que estas permanecen muy poco tiempo en ellas. A diferencia del tiempo de estancia en las IM en antesis, puesto que el insecto pasa gran parte de su vida en este órgano sexual de la planta para cumplir con su ciclo vital. Según Kevan et al. (1986), la relación de individuos de las especies *E. subvittatus* y *E. kamerunicus* que visitan las IF en antesis es de 1/5, es decir que el número poblacional de visitantes de *E. subvittatus* representa el 20% del número total de visitantes de *E. kamerunicus* (en nuestros resultados la relación es de 3/8, con un porcentaje del 36,5%).

V. CONCLUSIONES

1. Se identificaron a *Elaeidobius kamerunicus* Faust y *Elaeidobius subvittatus* Faust., dos especies de coleópteros polinizadores en el cultivo de palma aceitera instalado en la empresa Ocho Sur S.A.C.
2. El estudio reveló que el 86,50 % de la población de insectos polinizadores se encontraba en inflorescencias masculinas en antesis, mientras que solo el 13,50 % en las inflorescencias femeninas en antesis.
3. Se observó una correlación entre el aumento de las inflorescencias masculinas en antesis y el incremento del número de *E. subvittatus* y *E. kamerunicus*. Específicamente, se registró un incremento del 36 % de *E. kamerunicus* en comparación con *E. subvittatus*.
4. La especie *E. kamerunicus* fue la más abundante en las inflorescencias masculinas como en las femeninas, mostrando una mayor presencia en el cultivo de palma aceitera.
5. Los factores ambientales como la precipitación pluvial, evapotranspiración y la presión barométrica mostraron una correlación débil con la presencia de inflorescencias masculinas y femeninas en antesis.
6. Esta correlación débil en las inflorescencias masculinas durante la evaluación, resultan en el incremento de insectos polinizadores en algunos meses de evaluación de ambas especies, encontradas en los dos materiales genéticos evaluados.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Evaluar la fluctuación poblacional de las especies *Elaeidobius kamerunicus*, *E. subvittatus* y otras especies que se puedan presentar sobre las inflorescencias de la palma aceitera en cada época estacional y en otras edades del cultivo, así como su relación con parámetros climatológicos como humedad relativa, velocidad del viento y presión atmosférica.
2. Realizar estudios sobre hospederos alternantes al cultivo de la palma aceitera, de los insectos polinizadores.

VII. REFERENCIAS

- Adam, H., Jouannic, S., Escoute, J., Duval, Y., Verdeil, J.L. y Tregear, J.W. (2005). Complejidad del desarrollo reproductivo en la palma aceitera africana (*Elaeis guineensis*, *Arecaceae*). *Revista americana de botánica*, 92 (11), 1836-1852.
- Amat, C., Chávez, L. (2001). Plan palma. Ministerio de agricultura del Perú. Lima, Perú. 65 p.
- Arústegui, G., Casas, R., Harvey, A., Jullca, O. (2016). Identificación y fluctuación poblacional de insectos polinizadores en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el distrito de Campo Verde, región Ucayali, estación seca – 2014. (Tesis para optar título de Ing. Agroforestal Acuícola, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía). <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/130>.
- Arústegui, M.; Pinedo, H.; Julca, A. (2015). Insectos polinizadores de *Elaeis guineensis* Jacquin en el distrito de Campo Verde, Ucayali. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL*, 2 (2), 111 – 126. <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/130>
- Bamaca, L. (2015). Monitoreo de insectos polinizadores en palma africana durante la época lluviosa. *Coatepeque, Quetzaltenango, Guatemala*, 1-67.
- Bulgarelli, J., Chinchilla, C., & Rodríguez, R. (2002). Inflorescencias masculinas, población de *Elaeidobius kamerunicus* (Curculionidae) y calidad de la polinización de una plantación comercial joven de palma aceitera en Costa Rica. <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/84641>
- Chee, K.H., & Chiu, S.B. (1999). The oil palm pollinating weevil, *Elaeidobius kamerunicus* in Malaysia-a review. *Planter*, 75(877), 187-198. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19990311552>
- 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. (1990). Polinización en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en *Centroamérica. Turrialba*, 40(4), 452-460. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10548>.
- Corley, R.V.H., & Gray B.S. (1982). Growth and morphology. *Oil Palm Research* (Holanda), 55-86.
- Corley, R.H. (1976). "Growth and morphology" oil palm research; elsevier scientificpublishing co. Netherlands, 3-23.
- Corley, R.V.H., & Tinker, P.B. (2009). La palma de aceite. Cuarta Edición (Versión em español), Fedepalma. Bogotá (Colombia). 604 p.

- Dávila, A. 2016. Estudio de la biología y evaluación del potencial polinizador para incremento de producción de cultivo híbridos de palma aceitera (*E. oleífera* x *E. guineensis*) en el litoral ecuatoriano. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, UDLA. Quito. 69 p.
- Da Silva, G. (2011). Polinizadores e semioquímicos do dendezeiro híbrido (*Elaeis oleífera* (H.B.K) Cortes x *Elaeis guineensis* JACQ). Programa da pos-graduação em entomologia (Tesis para optar el título de doctor scientiae do Universidad Federal de Vicosa). <http://locus.ufv.br/handle/123456789/898>
- Dhileepan, K. (1992). Pollen carrying capacity, pollen load and pollen transferring ability of the oil palm pollinating weevil *Elaeidobius kamerunicus* Faust in India. *Oleagineux (Paris)*, 47(2), 55-61. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19921163431>
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, CW. V. 2011-2019. InfoSrat/E (en línea, software estadístico). Córdoba, Argentina. Consultado 30 may. 2022.
- Dransfield, J., & Uhl, N. (2008). Genera *Palmarum*. The evolution and classification of palms. <https://kew.iro.bl.uk/concern/books/503db94e-b77d-4f40-8707-1d1b602b2b86?locale=en>
- Forero, D.C., Hormaza, P.A., Moreno, L.P., & Ruiz, R. (2012). Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite. <http://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107644>
- Genty, P., Garzon, A., Luchini, F., Delvare, G. (1986). Polinización entomófila de la palma aceitera en América Tropical. *Publicación Oléagineux CIRAD*, 41, 99-112. https://agritrop.cirad.fr/399737/1/document_399737.pdf
- Haran, M., Beaudoin – Ollivier, J., Benoit, L., & Keschel, G. (2020). Revision of the-pollinating weevil genus *Elaeidobius* Kuschel, 1959 (Curculionidae, Curculioninae, derelomini) with description of two new species. *European Journal of Taxonomy* <https://doi.org/10.5852/ejt.2020.684>
- Hartley, C.W.S. (1986). La palma de aceite. Traducido por E. Maldonado. Compañía. Editorial Continental S.A., México. 958p.
- Henry, P. (1995). Morphologie de la feuille d *Elaeis* au cours de sa croissance. *Revue générale de Botanique*. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_10-11/11907.pdf.
- Holdridge, L. (2000). Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Quinta reimpresión, San José de Costa Rica.

87p.

- Hormaza, P., Forero, C., Ruiz, R., Romero, M. (2012). Fenología de la palma de aceite africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) y del híbrido interespecífico (*Elaeis oleifera* [Kunt] Cortes x *Elaeis guineensis* Jacq.). CENIPALMA, Editorial Ltda. Bogotá.
- Hormaza, P., Forero, D., Ruiz, R., & Romero, H. M. (2010). Fenología de la palma de aceite africana (*Elaeis guineensis* Lacq.) y del híbrido interespecífico (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*). Bogotá, Colombia: Colciencias – Cenipalma
http://step-project.net/NPDOCS/EJSR_49_3_10.pdf
http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-78182009000300001&script=sci_arttext
- 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*, (18), 20-26.
- Hussein, M.I., & Rahman, W.H.A. (1991). Tablas de vida para *Elaeidobius kamerunicus* Faust (Coleoptera: Curculionidae) en palma aceitera. *Jardinera*, 67 (778), 3-8.
- Huaranga, D. (2022). Efecto de las tres técnicas de polinización sobre el rendimiento de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de 4 años, *Revista Alfa*, 6(17), 300 – 309.
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i17.169>
- Kevan, P.G., Hussein, M.Y., Hussey, N., & Wahid, M.B. (1986). Modelling the use of *Elaeidobius kamerunicus* for pollination of oil palm. *Planter*, 62, 89-99.
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19890227591>
- Labarca, M.V., & 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. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26(3), 305-324.
- 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. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26(1), 1-22.
- Labarca, M. (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*, 24, 303-320. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-78182007000200007&script=sci_arttext
- Latiff, A. (2000). The biology of the genus *Elaeis*. *Advances in oil palm research volume I*, 19-38.
- Liau, S. S. (1984, February). Predators of the pollinating weevil, *Elaeidobius kamerunicus*

- Faust (Curculionidae) in Malaysian oil palm estates. In *Proceedings of Symposium on Impact of the Pollination Weevil on the Malaysian Oil Palm Industry*. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia (pp. 41-49).
<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=MY8505046>
- Liceras, L., & Márquez, M. (1987). Curculiónidos polinizadores de la palma aceitera en el alto Huallaga (nota preliminar). (*Dic 1987*) v. 30 p. 95-97.
- Mariau, D., & Genty, P. (1988). IRHO contribution to the study of oil palm insect pollinators in Africa, South America and Indonesia. *Oléagineux*, 43(6), 238-240.
<https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/78996>
- Mateo, B. (2019). Identificación y cuantificación poblacional de insectos polinizadores del cultivo palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin), en Pucallpa. [Tesis para optar título de Ing. Agrónomo, UNAS]. Repositorio de la UNAS.
<https://hdl.handle.net/20.500.14292/1674>.
- Meléndez, M.R., & Ponce, W.P. (2016). Pollination in the oil palms *Elaeis guineensis*, *E. oleifera* and their hybrids (OxG), in tropical America. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 46, 102-110. <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4638196>
- Molina, D., Díaz, A., Barrios, R., & González, C. (1999). Introducción del gorgojo polinizador sobre cultivos de palma aceitera. *FONAIAP Divulga (Venezuela)*.(Jul-Sep 1999)., (63), 27-28.
- Mondragón, V., & Roa, J. (1985). Censo de entomofauna nativa asociada con inflorescencias masculinas y femeninas y análisis de polinización en palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), palma americana (*Elaeis melanococca*) e híbrido interespecífico (*E. guineensis* x *E. melanococca*) en Colombia. *Palmas*, 6(1), 43-69.
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/82>.
- Novillo, E. (2016). Una introducción a la investigación purao básica. Revista Atlante: cuadernos de educación y desarrollo (julio 2016). En línea:
<http://www.eumed.net/rev/atlante/2016/07/investigacion.html>.
- Ortiz, R., & Fernández, O. (1994). El cultivo de la palma aceitera; Edit. *Universidad Estatal a Distancia*.
- Paramanathan, S. (2012). Selección de la tierra para la palma de aceite. Palma de aceite: Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles. In: Fairhurst, T. & Hardter R. (Editores). P. 47 - 48
- Prada, M., Molina, D., Villarroel, D., Barrios, R., & Díaz, A. (1998). Efectividad de dos especies del género *Elaeidobius* (Coleoptera: 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.
- Raygada Zambrano, R. (2005). *Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera* (No. F01 R3). Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas; Lima (Perú).
- Salas, R. (1992). La palma aceitera africana. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Universidad Central de Venezuela. 168 p.
- SPDE. (2020). Distribución del cultivo de palma aceitera en el Perú. Proyecto: “La Revolución de la cero deforestación en el Perú. NWF (National Wildlife Federation) & NICFI (Norway’s International Climate and Forest Initiative). Con. 7 de mayo del 2020. Disponible en: <https://spdecodesarrollo.org/familia/>.
- 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*. 5, 19-64. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/72/72>
- Syed, R.A., Law, I.H., & Corley, R. H.V. (1982). Insect pollination of oil palm: introduction, establishment and pollinating efficiency of *Elaeidobius kamerunicus* in Malaysia. *Planter*, 58(681), 547-561. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19830312209>
- Tandon, T., Manohara, T.N., Nijalingappaf, B.H.M., & Shivanna, R. (2001). Pollination and pollen- pistil interaction in oil palm, *Elaeis guineensis*. *Annals of Botany*, 87(6), 831-838. <https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1421>
- Yalamoussa, T., Herve, K. & Hala, N. (2011). Biology of *E. kamerunicus* and *E. plagiatus* (Coleoptera: Curculionidae) main pollinators of oil palm in west Africa. *European Journal of Scientific Research*, 49 (3), 426 – 432.

ANEXOS

Tabla 3. Resumen de los datos de evaluación.

Material vegetal	Año	Meses	Nº Total IFA /Mes	Nº Total de <i>Elaeidobius kamerunicus</i> IFA	Nº Total de <i>Elaeidobius subvittatus</i> IFA	Nº Total de IMA	Nº Total de <i>Elaeidobius kamerunicus</i> IMA/Ha.	Nº Total de <i>Elaeidobius subvittatus</i> IMA/Ha.
Deli x Lame (CIRAD), Parcela G05c	2015	Noviembre	76,00	2 898,00	867,00	1,00	276,00	82,00
		Diciembre	80,00	1 366,00	309,00	0,00	0,00	0,00
	2016	Enero	80,00	280,00	73,00	0,00	0,00	0,00
		Febrero	81,00	105,00	28,00	0,00	0,00	0,00
		Marzo	89,00	239,00	42,00	1,00	927,00	1 051,00
		Abril	80,00	247,00	49,00	3,00	1 608,00	287,00
		Mayo	74,00	180,00	53,00	3,00	1 996,00	390,00
		Junio	67,00	725,00	121,00	5,00	6 013,00	676,00
		Julio	81,00	913,00	228,00	5,00	8 474,00	1 701,00
		Agosto	84,00	192,00	55,00	1,00	32,00	13,00
		Setiembre	78,00	79,00	18,00	0,00	0,00	0,00
		Octubre	75,00	389,00	78,00	0,00	0,00	0,00
		Noviembre	70,00	240,00	81,00	0,00	0,00	0,00
Dami las flores (OLEOFLORES), Parcela H06a	2015	Noviembre	76,00	1 891,00	950,00	1,00	276,00	82,00
		Diciembre	69,00	606,00	128,00	2,00	552,00	301,00
	2016	Enero	76,00	174,00	51,00	2,00	587,00	167,00
		Febrero	86,00	229,00	51,00	2,00	1 311,00	274,00
		Marzo	101,00	315,00	47,00	5,00	4 634,00	5 254,00
		Abril	77,00	1 094,00	210,00	7,00	3 753,00	669,00
		Mayo	76,00	622,00	192,00	12,00	7 986,00	1 558,00
		Junio	80,00	880,00	234,00	8,00	2 405,00	270,00
		Julio	95,00	815,00	190,00	9,00	5 084,00	1 021,00
		Agosto	88,00	311,00	72,00	10,00	322,00	129,00
		Setiembre	76,00	189,00	50,00	14,00	9 046,00	1 322,00
		Octubre	66,00	800,00	293,00	7,00	15 128,00	2 573,00
		Noviembre	51,00	817,00	245,00	19,00	41 368,00	6 985,00

Tabla 4. Resumen de datos climatológicos.

Año	Meses	Precipitación (mm).	Temperatura (°C)	Presión barométrica (Mb)	Humedad relativa (%)	Evapotranspiración (mm).
2015	Noviembre	100,00	24,50	1 009,80	89,70	100,50
	Diciembre	153,00	25,00	1 010,90	92,70	164,30
	Enero	156,00	27,80	1 009,70	87,20	278,60
	Febrero	132,00	26,70	1 010,10	87,50	257,30
	Marzo	218,00	27,00	1 013,30	84,50	204,50
	Abril	165,00	25,60	1 011,80	80,20	260,40
	Mayo	100,00	22,60	1 010,70	85,30	255,40
2016	Junio	58,00	26,20	1 011,70	82,20	220,30
	Julio	43,00	23,20	1 014,90	82,00	227,20
	Agosto	56,00	25,50	1 012,80	84,00	243,30
	Setiembre	81,00	25,70	1 013,10	93,00	205,10
	Octubre	162,00	26,60	1 011,50	82,90	180,50
	Noviembre	131,00	26,80	1 009,00	84,20	100,40

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de las variables climáticas anuales.

Resumen	Precipitación (mm).	Temperatura (°C)	Presión barométrica (Mb)	Humedad relativa (%)	Evapotranspiración (mm)
n	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
Media	118,23	25,63	1 011,48	85,80	207,52
D.E.	55,82	1,50	1,70	4,03	57,73
Var(n-1)	3 115,69	2,26	2,88	16,20	3 332,59
Var(n)	2 876,02	2,09	2,66	14,96	3 076,23
E.E.	15,48	0,42	0,47	1,12	16,01
CV	47,21	5,87	0,17	4,69	27,82
Mín	40,00	22,60	1 009,00	80,20	100,40
Máx	218,00	27,80	1 014,90	93,00	278,60
Mediana	131,00	25,70	1 011,50	84,50	220,30
Q1	81,00	25,00	1 010,10	82,90	180,50
Q3	156,00	26,70	1 012,80	87,50	255,40
Suma	1 537,00	333,20	13 149,30	1 115,40	2 697,80
Suma Cuad.	219 109,00	8 567,32	133 003 49,20	95 895,74	599 846,80
Asimetría	0,01	-0,79	0,47	0,69	-0,90
Kurtosis	-0,97	-0,34	-0,63	-0,71	-0,45
P(25)	81,00	25,00	1 010,10	82,90	180,50
P(75)	156,00	26,70	1 012,80	87,50	255,40

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de las variables dependientes en Deli x Lame (CIRAD).

Resumen	N° IFA /Mes	N° <i>Elaeidobius kamerunicus</i>	N° <i>Elaeidobius subvittatus</i>	N° IMA	N° <i>Elaeidobius kamerunicus</i>	N° <i>Elaeidobius subvittatus</i>
N	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
Media	78,08	604,08	154,00	1,46	1 486,62	323,08
D.E.	5,78	783,78	229,96	1,90	2 688,57	527,53
Var(n-1)	33,41	614 309,91	52 880,67	3,60	7 228 393,76	278 284,74
Var(n)	30,84	567 055,30	48 812,92	3,33	6 672 363,47	256 878,22
E.E.	1,60	217,38	63,78	0,53	745,67	146,31
CV	7,40	129,75	149,32	129,87	180,85	163,28
Mín	67,00	79,00	18,00	0,00	0,00	0,00
Máx	89,00	2 898,00	867,00	5,00	8474,00	1 701,00
Mediana	80,00	247,00	73,00	1,00	32,00	13,00
Q1	75,00	192,00	49,00	0,00	0,00	0,00
Q3	81,00	725,00	121,00	3,00	1 608,00	390,00
Asimetría	-0,21	2,44	2,88	1,11	2,07	1,88
Kurtosis	-0,14	3,77	5,40	-0,55	1,91	1,64
P(25)	75,00	192,00	49,00	0,00	0,00	0,00
P(75)	81,00	725,00	121,00	3,00	1 608,00	390,00

Tabla 7. Estadísticos descriptivos de las variables dependientes en Dami las flores (OLEO FLORES).

Resumen	N° IFA /Mes	N° <i>Elaeidobius kamerunicus</i>	N° <i>Elaeidobius subvittatus</i>	N° IMA	N° <i>Elaeidobius kamerunicus</i>	N° <i>Elaeidobius subvittatus</i>
N	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
Media	78,23	743,08	208,69	6,62	7 111,69	1 585,00
D.E.	12,77	556,57	239,01	5,64	11 172,97	2 166,24
Var(n-1)	163,03	309 775,08	57 124,23	31,76	124 835 154,00	4 692 585,5
Var(n)	150,49	285 946,22	52 730,06	29,31	115 232 449,00	4 331 617,38
E.E.	3,54	154,37	66,29	1,56	3 098,82	600,81
CV	16,32	74,90	114,53	85,18	157,11	136,67
Mín	51,00	174,00	47,00	1,00	276,00	82,00
Máx	101,00	1 891,00	950,00	19,00	41 368,00	6 985,00
Mediana	76,00	622,00	190,00	5,00	3 753,00	669,00
Q1	76,00	311,00	51,00	2,00	587,00	270,00
Q3	86,00	880,00	234,00	10,00	7 986,00	1 558,00
Asimetría	-0,23	1,04	2,81	1,03	2,77	1,85
Kurtosis	0,19	-0,19	5,44	-0,27	5,06	1,33
P(25)	76,00	311,00	51,00	2,00	587,00	270,00
P(75)	86,00	880,00	234,00	10,00	7 986,00	1 558,00

Tabla 8. Matriz de correlación de Pearson en Deli x Lame (CIRAD).

variables	N° Total de IFA /Mes	N° Total de <i>Elaeodobius kamerunicus</i>	N° Total de <i>Elaeodobius subvittatus</i>	N° Total de IMA	N° Total de <i>Elaeodobius kamerunicus</i>	N° Total de <i>Elaeodobius subvittatus</i>	Precipitación (mm).	Temperatura (°C)	Presión Barométrica	Humedad Relativa	Evapotranspiración (mm).
N° Total de IFA /Mes	1,00	0,65	0,7	0,42	0,51	0,48	0,22	0,78	0,12	0,73	0,25
N° Total de <i>E. kamerunicus</i>	-0,14	1,00	0,00	0,81	0,78	0,93	0,60	0,26	0,55	0,29	0,03
N° Total de <i>E. subvittatus</i>	-0,12	0,99	1,00	0,96	0,95	0,95	0,60	0,26	0,46	0,27	0,03
N° Total de IMA	-0,25	0,07	0,02	1,00	0,00	0,00	0,08	0,06	0,10	0,03	0,32
N° Total de <i>E. kamerunicus</i>	-0,20	0,09	0,02	0,92	1,00	0,00	0,06	0,11	0,05	0,09	0,49
N° Total de <i>E. subvittatus</i>	0,21	0,03	-0,02	0,74	0,85	1,00	0,51	0,20	0,01	0,11	0,56
Precipitación (mm).	0,37	-0,16	-0,16	-0,51	-0,54	-0,20	1,00	0,06	0,33	0,94	0,87
Temperatura (°C)	0,09	-0,34	-0,34	-0,54	-0,46	-0,38	0,53	1,00	0,31	0,97	0,98
Presión barométrica (Mb)	0,46	-0,18	-0,23	0,47	0,56	0,70	-0,29	-0,31	1,00	0,43	0,31
Humedad relativa (%)	0,10	0,32	0,33	-0,59	-0,49	-0,46	0,02	-0,01	-0,24	1,00	0,34
Evapotranspiración (mm).	0,34	-0,60	-0,61	0,30	0,21	0,18	-0,05	0,01	0,31	-0,29	1,00

Tabla 9. Matriz de correlación de Pearson en Dami las flores (OLEOFLORES).

Variabes	N° Total de IFA /Mes	N° Total de <i>Elaeodobius kamerunicus</i>	N° Total de <i>Elaeodobius subvittatus</i>	N° Total de IMA	N° Total de <i>Elaeodobius kamerunicus</i>	N° Total de <i>Elaeodobius subvittatus</i>	Precipitación (mm).	Temperatura (°C)	Presión Barométrica (Mb)	Humedad Relativa (%)	Evapotranspiración (mm).
N° Total de IFA /Mes	1,00	0,25	0,43	0,21	0,01	0,36	0,71	0,62	0,01	0,56	0,07
N° Total de <i>E. kamerunicus</i>	-0,34	1,00	0,00	0,68	0,63	0,99	0,94	0,46	0,55	0,43	0,05
N° Total de <i>E. subvittatus</i>	-0,24	0,84	1,00	0,48	0,98	0,72	0,69	0,33	0,28	0,81	0,02
N° Total de IMA	-0,37	-0,13	-0,22	1,00	0,00	0,05	0,27	0,63	0,68	0,46	0,57
N° Total de <i>E. kamerunicus</i>	-0,67	0,15	0,01	0,75	1,00	0,00	0,71	0,55	0,31	0,56	0,06
N° Total de <i>E. subvittatus</i>	-0,28	0,00	-0,11	0,56	0,82	1,00	0,16	0,34	0,77	0,48	0,11
Precipitación (mm).	-0,11	0,02	-0,12	-0,33	0,11	0,41	1,00	0,09	0,34	0,93	0,87
Temperatura (°C)	-0,15	-0,23	-0,30	-0,15	0,18	0,29	0,49	1,00	0,31	0,97	0,98
Presión barométrica (Mb)	0,69	-0,18	-0,32	0,13	-0,31	-0,09	-0,29	-0,31	1,00	0,43	0,31
Humedad relativa (%)	-0,18	-0,24	0,07	-0,23	-0,18	-0,21	0,03	-0,01	-0,24	1,00	0,34
Evapotranspiración (mm).	0,52	-0,56	-0,64	-0,17	-0,53	-0,46	-0,05	0,01	0,31	-0,29	1,00

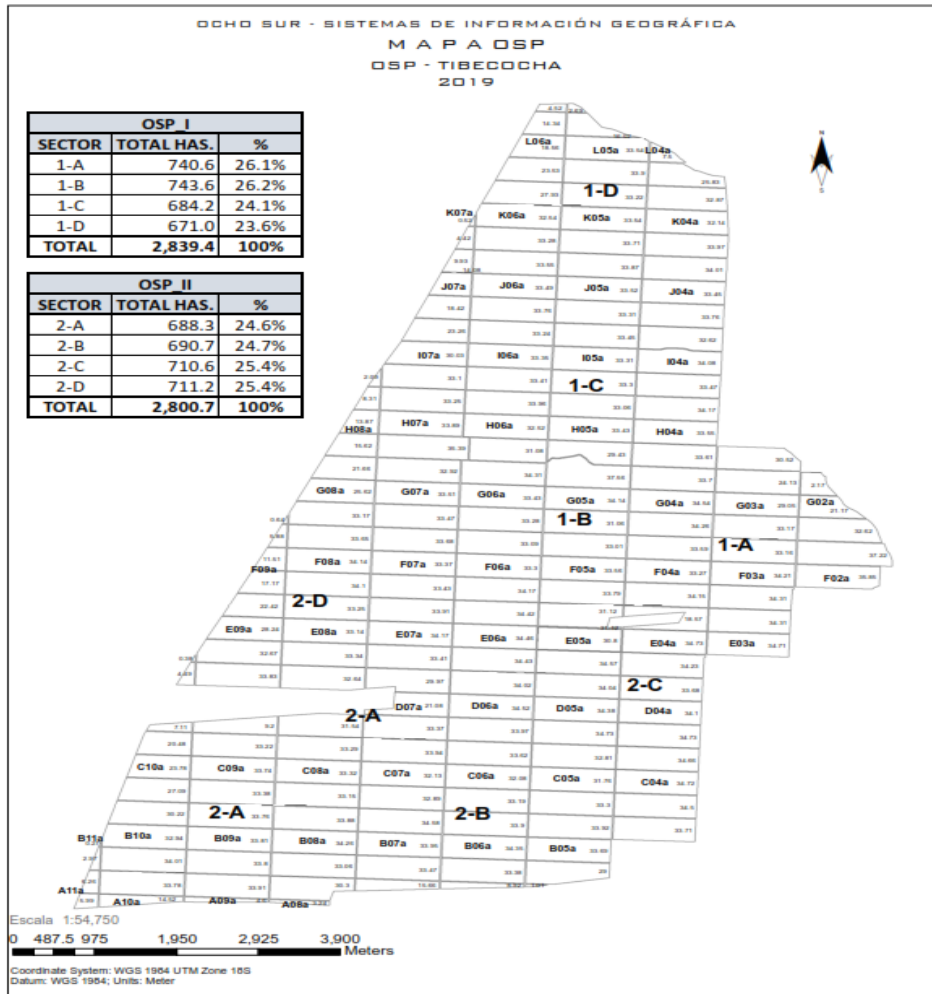


Figura 37. Plano de las parcelas del fundo TibecoCHA – Ocho Sur SAC.

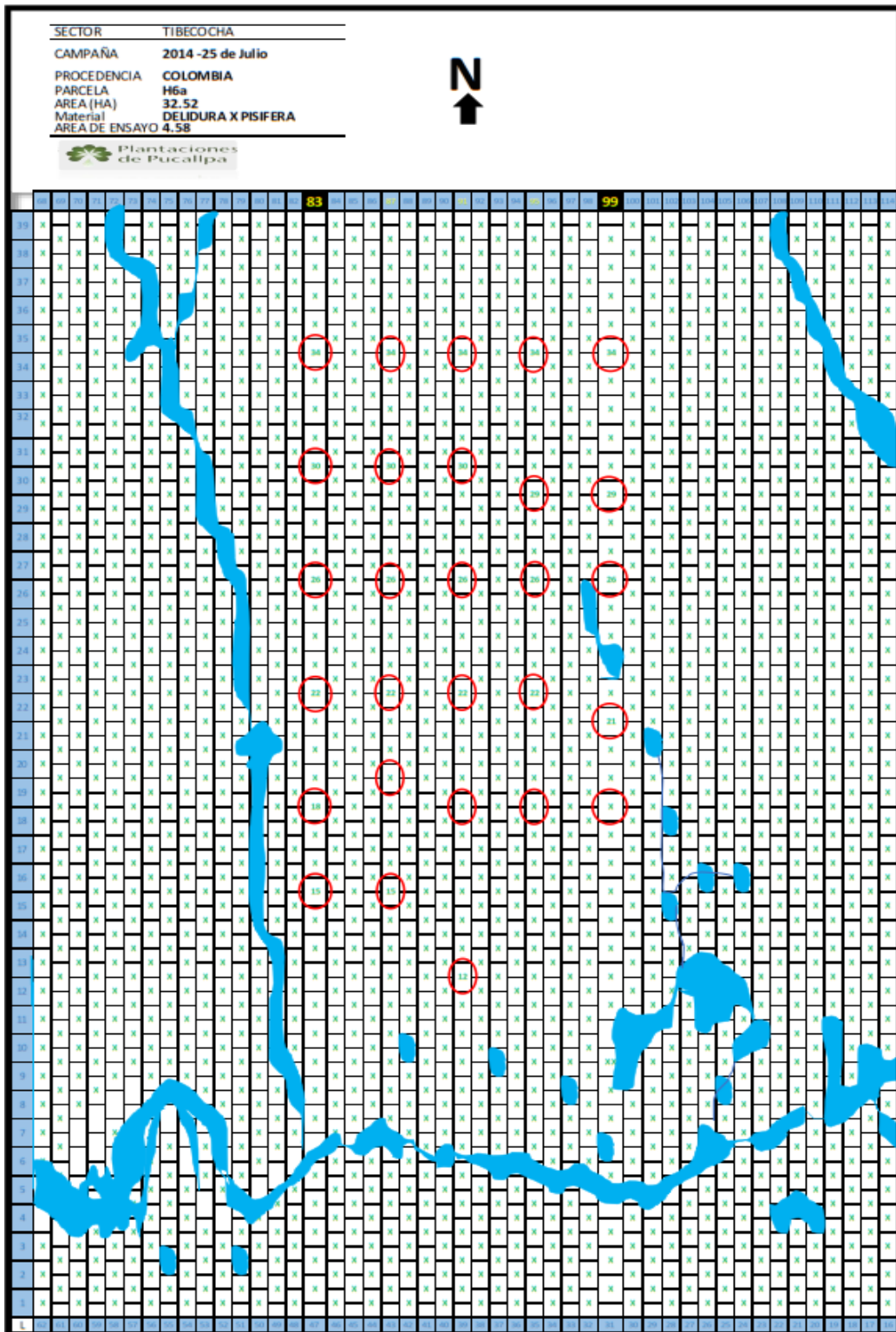


Figura 39 Croquis de evaluación de inflorescencias femeninas (IF) y población de insectos polinizadores (Parcela H6a)

N°	Codigo	N° Observaciones									FECHA - HORA
		IN	FC	IFPA	IFA	FPacu	MC	MFA	MA	MPacu	
1	A1L5P14										
2	A1L5P16										
3	A1L5P22										
4	A1L5P15										
5	A1L6P16										
6	A1L6P22										
7	A1L6P12										
8	A1L6P21										
9	A1L6P15										
10	A1L6P16										
11	A1L6P23										
12	A1L7P13										
13	A1L7P11										
14	A1L7P14										
15	A1L7P20										
16	A3L10P11										
17	A3L10P17										
18	A3L10P20										
19	A3L10P22										
20	A3L10P16										
21	A3L10P15										
22	A3L10P19										
23	A3L11P20										
24	A3L11P24										
25	A3L11P13										
26	A3L11P17										
27	A3L11P16										
28	A3L11P19										
29	A3L11P22										
30	A3L11P11										
31	A5L1P16										
32	A5L10P14										
33	A5L11P18										
34	A5L13P22										
35	A5L14P17										
36	A5L16P15										
37	A5L18P19										
38	A5L19P16										
39	A5L20P20										
40	A5L21P16										
41	A5L22P13										
42	A5L23P16										
43	A5L24P17										
44	A5L26P22										
45	A5L28P16										
Leyenda	Observaciones										
IN	Espata cerrada no visible el sexo (Inflorescencia no Identificada)										
FC	Espata abierta visible el sexo (Inflorescencia Femenina Cerrada)										
IFPA	Inflorescencia Femenina en Pre antesis = lista para colocar la trampa antiopada										
IFA	inflorescencia femenina en antesis = Estado de receptividad										
FPacu	Inflorescencias femeninas Polinizadas Acumuladas = Número acumulativo de IFA muestreadas										
MC	Espata abierta visible el sexo (Inflorescencia Masculina Cerrada)										
MFA	inflorescencia Masculina en Pre antesis = Antes del 1% de floración										
MA	inflorescencia masculina en antesis = Perido del 1 al 80% de antesis donde se muestrea espigas										
MPacu	Inflorescencias masculinas Pasadas Acumuladas donde se conto el número de espigas = Número acumulativo de IMA muestreadas										

Figura 40. Formato para registro de datos fenológicos de IMA e IFA

Código IMA	Tercios	Hora de Ident - Cuant	E. Kam	E. Sub	Microporum sp	Apis sp	Melipona sp	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										

Figura 41. Formato para registro de polinizadores en espigas de IMA.

Cuadrante	Código	Hora de conteo	E. Kam	E. Subv	Microporum s.p	Apis s.p	Melipona s.p	Puesto	Hora	Retiro	Hora
C1											
C3											
C4											
C6											
Sub total											
C1											
C3											
C4											
C6											
Sub total											
C1											
C3											
C4											
C6											
Sub total											
C1											
C3											
C4											
C6											
Sub total											
C1											
C3											
C4											
C6											
Sub total											
C1											
C3											
C4											
C6											
Sub total											
C1											
C3											
C4											
C6											
Sub total											
C1											
C3											
C4											
C6											
Sub total											
C1											
C3											
C4											
C6											
Sub total											
C1											
C3											
C4											
C6											
Sub total											

Figura 42. Formato para registro de polinizadores en las trampas de IFA.



Figura 43. Panel de fotos de evaluación de polinizadores en IFA



Figura 44. Panel de fotos de evaluación de polinizadores en IMA



Figura 45. Panel de fotos de evaluación de identificación y población de insectos polinizadores en laboratorio.



Figura 46. Panel de fotos de la parcela experimental.