ESTUDIO DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DEL POLINIZADOR *Elaeidobius kamerunicus* Faust, Y SU RELACIÓN CON LOS COMPONENTES DEL RACIMO EN LA PLANTACIÓN PALMAS DEL SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA CÓRDOBA.

EMIRO JOSE BEGAMBRE BERRIO

Trabajo de grado en la modalidad práctica empresarial presentado como requisito parcial para obtener al título de Ingeniero Agrónomo.

ASESOR DOCENTE:
I.A. M.Sc. LUIS FELIPE DE LA OSSA PUELLO

ASESOR EN LA EMPRESA:
JUAN CARLOS CASTILLO

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DESARROLLO RURAL
MONTERÍA
2021

Nota de aceptación

_____

_____

Firma del asesor

_____

Firma del Jurado

_____

Firma del Jurado

Montería, julio de 2021

DEDICATORIA

Deléitate en el Señor, y él te concederá los deseos de tu corazón. Encomienda al Señor tu camino; confía en él, y él actuará. Hará que tu justicia resplandezca como el alba; tu justa causa, como el sol de mediodía.

Salmos 37:4-6

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

Primeramente, a **Dios** quien a sido mi roca fuerte, mi mayor ayudador y mi gran fortaleza en todos los momentos de mi vida.

A mi madre, **Edenia Rosa Berrio Ramos**, ejemplo de constancia, humildad, entrega y servicio. Ella reúne esas cuatro cualidades que requiere un investigador para hacer de su trabajo un ejemplo digno de admiración.

A mi padre, **Nacor Begambre Pérez**, quién me enseño el valor de trabajar con esfuerzo haciendo las cosas de forma correcta, aun cuando las cosas se nos salen de control.

A mi hermana, **Andrea Begambre Berrio**, mi mayor ejemplo, quién a pesar de la adversidad me enseñó que siempre es posible cumplir con lo que nos proponemos.

A mi novia, **Estefany Campillo Tano**. Quién ha sido mi ayuda idónea, siempre presta cuando la necesito y mi apoyo genuino en tiempos de angustia.

Emiro Jose Begambre Berrio

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a las siguientes personas e instituciones.

A nuestra alma mater, Universidad de Córdoba por brindarme la oportunidad de obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo.

A los Docentes y administrativos del programa de Ingeniería Agronómica y Desarrollo Rural por hacer parte de mi formación académica.

Al Ingeniero y docente Luis Felipe De La Ossa, por depositar su confianza en mí para la integración y vinculación a la empresa Oleoflores donde realicé este maravilloso trabajo. También, por su apoyo en la realización de este trabajo.

De manera especial al Ingeniero Juan Carlos Castillo, por su paciencia, entrega, consejos y orientación para la realización del siguiente trabajo.

Al grupo empresarial OLEOFLORES por brindarme la oportunidad de trabajar en esta investigación y contribuir en mi experiencia laboral.

A los Ingenieros, Miguel Guerrero, Carlos Ayala, Jose Ortiz y Jose Negrete. Por brindarme el apoyo, los conocimientos y por siempre estar prestos a colaborarme cuando requerí de su ayuda.

A la empresa privada Palmas del Sinú S.A.S. y a todo el personal de trabajo que me apoyo durante estos 12 meses, en las labores de campo, de las cuales compartimos muchos conocimientos y experiencias.

A los Ingenieros y docentes, Jorge Mejía Quintana y Aníbal Trebilcok Perna. Por el tiempo prestado para la revisión del presente informe. Y sus aportes para mejorar este trabajo.

A mis compañeros de estudio. Juan Diego Tuiran, Dian camilo Lozano, Yorman Galindo Esneider Teherán, con quienes compartí y aprendí a apreciar el valor de la amistad.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN 11
1. INTRODUCCIÓN 13
2. OBJETIVOS 15
2.1. OBJETIVO GENERAL 15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 15
3. REVISIÓN DE LA LITERATURA 16
3.1. Origen 16
3.2. Fruit Set 16
3.3. Descripción morfológica de las inflorescencias 16
3.4. Fenología reproductiva 18
3.4.1. Fase de crecimiento rápido 18
3.4.2. Inflorescencia masculina en preantesis 18
3.4.3. Inflorescencias masculinas en antesis 19
3.4.4. Inflorescencia femenina en antesis 20
3.5. Polinización 21
3.5.1. Polinización asistida 22
3.5.2. Polinización entomófila 22
3.6. Agentes polinizadores en palma africana 23
3.7. Taxonomía del género *Elaeidobius* 24
4. ACTIVIDADES REALIZADAS 26
4.1. Cuantificación de insecto polinizador. 26
4.2. Análisis de racimo (fruit set) 29
4.3. Aplicación de polen. 31
4.4. Obtención de polen 33
4.5. Análisis estadísticos 34
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES 35
5.1. Fruit set 35
5.2. Conteo de insecto polinizador *Elaeidobius kamerunicus* Faust. 36
5.3. Análisis físico de racimos 39
6. CONCLUSIONES 45
7. RECOMENDACIONES 46

8. BIBLIOGRAFÍA 47
ANEXOS..... 49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje promedio de fruit set de racimos mensual. 35
Tabla 2. Numero promedio de insectos polinizadores por flor femenina..... 37
Tabla 3. Promedios generales análisis de racimos..... 40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Inflorescencia masculina: a) Preantesis I, b) Preantesis II, c) Preantesis III19
Figura 2. Detalle de las anteras en producción de polen 20
Figura 3. Inflorescencia masculina de Elaeis guinnesis Jacq. en antesis..... 20
Figura 4. Inflorescencias femeninas en antesis..... 21
Figura 5. Lóbulos estigmáticos abiertos 21
Figura 6. Macho de Elaeidobius kamerunicus Faust. 24
Figura 7. Elaeidobius subvittatus Faust. 24
Figura 8. Ubicación geográfica de la empresa Palmas del Sinú..... 26
Figura 9. Flor antes de antesis 27
Figura 10. Flor segundo día de antesis 27
Figura 11. Flor masculina al tercer día de antesis 28
Figura 12. Despigación de los racimos..... 30
Figura 13. Componentes de las espigas del racimo..... 30
Figura 14. Aislamiento de inflorescencia masculina..... 34
Figura 15. Inflorescencia masculina aislada y en plena antesis que es sacudida en la bolsa..... 34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfica 1. Censo de floración por hectárea. 37
Gráfica 2. Polinización asistida vs polinización natural, peso y aceite promedio por racimo. 40
Gráfica 3. Peso promedio del racimo, Montería, Córdoba. 41
Gráfica 4. Porcentaje de frutos normales por racimo, Montería, Córdoba 42
Gráfica 5. Porcentaje de frutos partenocarpicos por racimo, Montería, Córdoba 43
Gráfica 6. Gráfica 4. Porcentaje de aceite por racimo, Montería, Córdoba. 44

LISTA DE ANEXOS

Tabla 1. Pluviosidad de la plantación. 49

RESUMEN

Este estudio se realizó con el objetivo de cuantificar la población del insecto polinizador *Elaeidobius kamerunicus* Faust y analizar su relación en la conformación de los racimos de palmas de aceite (*Eleais guinnensis* Jacq) en la plantación Palmas del Sinú S.A.S, en Montería Córdoba. Se determinó que poblaciones bajas de insectos encontrados en las flores femeninas induce de manera significativa a un bajo o deficiente porcentaje de fruit set, aproximadamente 5 meses después, en el momento de su cosecha, mientras que en los meses donde las poblaciones del polinizador fueron altas en las flores femeninas, se observó una buena conformación de racimos al momento de la cosecha. Por otro lado, dentro del estudio se decidió realizar un ensayo de polinización asistida donde se buscaba comparar racimos polinizados de manera natural (polinización entomófila) y racimos polinizados de manera asistida. En algunos sectores de la plantación y por medio de fórmulas matemáticas y estadísticas se realizó un análisis físico a estos racimos, pasados aproximadamente 5 meses luego de la polinización en las flores. Con el fin de comparar ambos tratamientos se determinaron componentes como % humedad, % de aceite en los racimos, % de frutos normales, peso promedio de racimos, entre otros y se obtuvieron diferencias estadísticas significativas en la mayoría de los componentes analizados. Sin embargo, esta labor requirió de gran cantidad de recursos y se recomienda que solo se debe usarse bajo ciertos criterios específicos.

Palabras claves: fruit set, polinización asistida, polinización entomófila, frutos normales, frutos partenocarpicos, inflorescencias infértiles, *Elaeidobius kamerunicus* Faust, análisis físico de racimos

ABSTRACT

This study was carried out with the objective of quantifying the population of the pollinating insect *Elaeidobius kamerunicus* Faust and analyzing its relationship in the conformation of the clusters of oil palms (*Eleais guinnensis* Jacq) in the Palmas del Sinú S.A.S plantation, in Montería-Córdoba. It was determined that low populations of insects found in female flowers significantly induce a low or deficient percentage of fruit set, approximately 5 months later, at harvest time, while in the months where pollinator populations were high in female flowers, a good cluster conformation was observed at harvest time. On the other hand, within the study it was decided to carry out an assisted pollination trial which sought to compare clusters pollinated in a natural way (entomophilic pollination) and clusters pollinated in an assisted way. In some sectors of the plantation and by means of mathematical and statistical formulas, a physical analysis was carried out on these clusters, approximately 5 months after pollination in the flowers. In order to compare both treatments, components such as% humidity, % oil in the bunches, % of normal fruits, average weight of bunches, among others were determined, and significant statistical differences were obtained in most of the components analyzed. However, this work required a large amount of resources and it is recommended that it should only be used under certain specific criteria.

Keywords: fruit set, assisted pollination, entomophilic pollination, normal fruits, parthenocarpic fruits, infertile inflorescences, *Elaiedobius kamerunicus* Faust, physical analysis of clusters

1. INTRODUCCIÓN

La palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) es considerada en el mundo como un cultivo de gran importancia industrial. Sus frutos proveen dos tipos de aceites: el aceite de palma, obtenido de la pulpa o mesocarpio, y el de palmiste extraído de la almendra o endocarpio. Este cultivo oleaginoso, aparte de producir mayor cantidad de aceite por unidad de superficie que las otras oleaginosas, es el que en forma más rentable permite la utilización de tierras marginales (Mutert, 1997). Esta es una especie monoica característica que obliga a la polinización cruzada, ya que solo raras veces se pueden encontrar ambas inflorescencias (masculinas y femeninas) en estado receptivo al mismo tiempo en la planta (Vallejo, 1981).

Trabajos realizados en Camerún y Malasia por Syed (1978, 1979) demostraron que los insectos juegan un papel clave en la polinización de la palma aceitera. Los polinizadores más importantes asociados con la palma aceitera pertenecen a la familia Curculionidae. (Genty et al., 1986).

A partir de 1985, *Elaidobius kamerunicus* Faust fue introducido a Colombia, Ecuador, Costa Rica y Honduras; es el insecto más numeroso y que transporta más granos de polen. Tienen una alta tasa de reproducción, buena habilidad de búsqueda y es específico de la palma aceitera. Su presencia, permite un incremento favorable en la producción de racimos (Chinchilla & Richardson, 1990). Antes de introducir *Elaeidobius kamerunicus* Faust en la mayoría de los países productores, se reportaba otras dos especies polinizadoras, *Mistrops costaricensis* Guillogly (Coleóptera: Nitidulidae) y *Elaeidobius subvittatus* Faust (Genty, Garzon, Luchini, & Delvare, 1986).

Sin embargo, la palma de aceite presenta algunas limitantes en producción relacionadas con problemas en la conformación del fruto, que van desde un llenado y maduración irregular de los frutos, hasta la pérdida parcial o total del racimo por una deficiente

polinización, (López, 1978). López (1978) indicó que la polinización asistida incrementa en 20 % el peso de los racimos y hasta en 34,7 % la tasa de extracción de aceite.

Las actividades se desarrollaron en la plantación palmas del Sinú en el departamento de Córdoba y se determinó que influencia existe entre la variación poblacional del insecto polinizador y la formación de racimos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Cuantificar la población del insecto polinizador *Elaeidobius kamerunicus* Faust en la plantación palmas del Sinú, ubicada en el municipio de Montería en el departamento de Córdoba.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Cuantificar el fruit set en los racimos de las diferentes siembras de Palmas de Sinú.
- ✓ Evaluar la eficiencia de la aplicación de polen de manera artificial en palmas *Elaeis guineensis* D x P Dami Las Flores.
- ✓ Determinar los componentes del racimo que influyen en el contenido de aceite para relacionarlos con el contenido de aceite de los mismos.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

3.1. Origen

El centro de origen de la palma se encuentra en el continente africano. En una extensa área geográfica que comprende desde el Golfo de Guinea hasta el interior del continente. Se han encontrado diversas pruebas que demuestran este centro de origen, como lo son los indicios fósiles de polen en el suelo del rio Níger del mioceno en la era terciaria, indicios históricos a causa de que su dispersión está asociada a la trata de esclavos hasta Suramérica, mientras que los indicios biológicos muestran que la mayor parte de especies que conforman el género *Elaeis* se encuentran en África (Bastidas et al., 2013).

3.2. Fruit Set

El fruit set hace referencia a la conformación y llenado de los racimos. Este mide la relación del número de frutos normales con el número total de frutos posibles de formar en el racimo Harund, (2002), a través de él se hace un conteo de frutos normales, frutos partenocarpicos e inflorescencias infértiles o abortadas presentes en el racimo. Esto arroja un porcentaje de conformación óptimo del fruto (Harund, 2002).

3.3. Descripción morfológica de las inflorescencias

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

La inflorescencia masculina está constituida por un pedúnculo largo o eje central, alrededor del cual se distribuyen cerca de cien espigas de 10 a 20 cm de largo. Cada espiga puede albergar alrededor de un millar de flores. El perianto está formado por seis estambres. El polen posee un atractivo olor a anís (Ortiz y Fernández, 1994). La inflorescencia femenina es un racimo globoso, cubierto al principio por dos espatas coriáceas y protegido en la base con 5 a 10 brácteas duras y puntiagudas que pueden medir hasta 15 cm de largo. El racimo es sostenido por un pedúnculo corto y fuerte sobre el que se insertan cerca de un centenar de espigas. La flor femenina tiene un perianto doble y el pistilo está compuesto por un ovario tricarpelar y un estigma sésil (Ortiz y Fernández, 1994)

A partir de los 30 a 36 meses de trasplantada la planta en el campo se producen inflorescencias femeninas, masculinas y abortos ocasionales, en ciclos de alternancia con duración variable en función de los factores genéticos, la edad, las condiciones nutricionales y los factores climáticos circundantes (Adam, 2007). Las especies del género *Elaeis* son alogamas, monoicas y proterandrias, es decir, que la maduración del gametofito masculino ocurre antes que el gametofito femenino (León, 1987). Por tanto, el polen está formado y dispuesto, pero el estigma en la flor femenina no es receptivo, debido a que no ha alcanzado su madurez (Raygada, 2005).

Las inflorescencias pasan por tres fases de desarrollo denominadas así: individualización de la yema, diferenciación sexual y alargamiento de la inflorescencia (Cenipalma, 2010). La diferenciación sexual ocurre a los 24 meses y en este estadio tiene lugar una ubicación intermedia entre el punto de crecimiento y la salida al exterior junto con la hoja flecha entre los 28 y 30 meses comienza el alargamiento de la inflorescencia, la apertura de la bráctea y la floración (Revelo, 2002).

3.4. Fenología reproductiva

3.4.1. Fase de crecimiento rápido

Cenipalma (2010), cita que el comienzo de la fase de crecimiento rápido de una inflorescencia corresponde al momento en el que se hace visible una espata de forma plana en la axila de la hoja. La espata aparece entre el momento de la apertura foliar, aun sin observarse el sexo debido a la cobertura de las brácteas de protección, en estos procesos pueden transcurrir de 231 a 245 días para la especie *Elaeis guineensis* Jacq.

3.4.2. Inflorescencia masculina en preantesis

Las flores masculinas son más pequeñas con longitudes de entre 3 a 4 mm y ancho de 1,5 a 2 mm. Durante su desarrollo en preantesis, se encuentran rodeadas por una bráctea triangular que, al igual que la flor femenina, está constituida por tres sépalos y 3 pétalos (Latiff, 2000).

- ✓ Preantesis I: Bráctea peduncular se rasga y se distinguen las espiguillas de color café, con forma digitiforme o cilíndrica apretadas hacia el centro (

a)

- ✓ Preantesis II: Las espiguillas cilíndricas de la inflorescencia masculina se encuentran parcialmente expuestas y libres, debido a que su bráctea peduncular está más rasgada (Figura 1b).
- ✓ Preantesis III: Se elonga la inflorescencia, provocando la ruptura total de la bráctea peduncular, lo cual permite que las espiguillas se encuentren más separadas entre sí. Ocurre una nueva apertura foliar (Figura 1c).

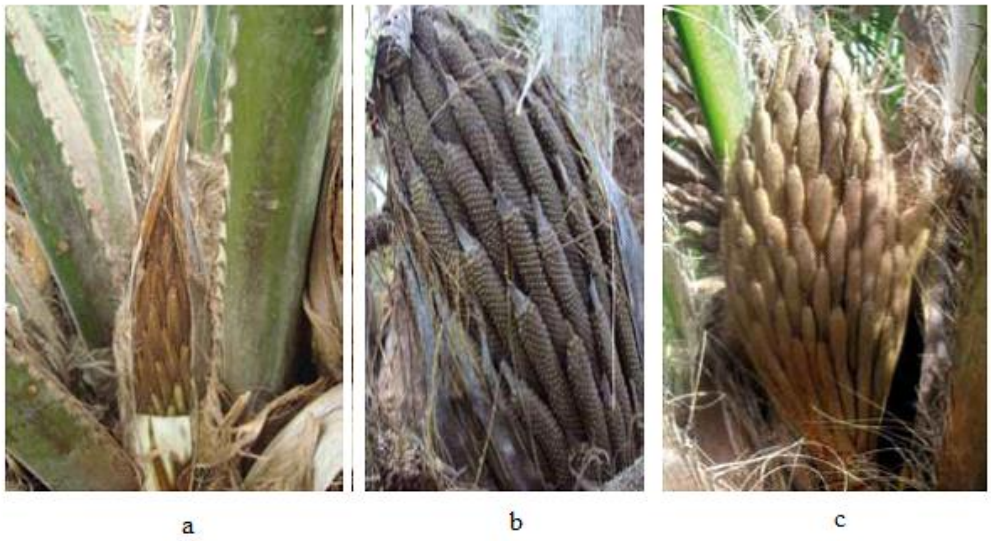


Figura 1. Inflorescencia masculina: a) Preantesis I, b) Preantesis II, c) Preantesis III

Fuente: Cenipalma, 2010

3.4.3. Inflorescencias masculinas en antesis

Las flores inician su apertura desde la base de la espiguilla y pueden prolongar su apertura hasta por cuatro días posteriores al inicio de la antesis. La mayor parte del polen se esparce durante los primeros dos o tres días y su producción cesa sobre los cinco días (Corley et al., 2009). Durante la antesis la flor sobresale de la cavidad donde se encuentra insertada, se observan seis estambres con sus respectivas anteras, cuyos filamentos son amplios y carnosos unidos lateralmente formando un canal en el centro.

Las anteras son rectangulares con dos lóbulos que poseen rendijas a través de las cuales el polen es liberado cuando los filamentos del estambre se extienden durante la etapa de antesis. (Dransfield et al., 2008) (Figura 2). Las anteras producen polen abundante con un olor característico a anís y una coloración amarilla (Figura 3) y por ultimo las flores se tornan de color café debido a que sus anteras comienzan a secarse. No hay presencia de polen y las espiguillas comienzan a degradarse, la antesis ocurre de forma acropetala en las inflorescencias masculinas y femeninas. (Raygada, 2005).

Figura 2. Detalle de las anteras en producción de polen

Figura 3. Inflorescencia masculina de *Elaeis guinnesis* Jacq. en antesis

Fuente*:* Cenipalma, 2010

3.4.4. Inflorescencia femenina en antesis

Los estadios de antesis ocurren cuando el estigma sésil con sus tres lóbulos inicia su etapa receptiva estos lóbulos se abren y exponen sus superficies exteriores y puede permanecer así por 2 a 3 dias (Tandon et al., 2001). En la antesis de la especie *Eleais guineensis* Jacq. la bractea peduncular se ha desprendido casi totalmente de la inflorescencia femenina (Figura 4), exponiendo por completo los lóbulos del estigma, los cuales son de color blanco y estas también emiten un aroma similar al hinojo (Figura

5), este olor atrae a los gorgojos los cuales llegan a las flores femeninas receptivas solo por accidente en la búsqueda de las inflorescencias masculinas y efectúan la polinización (Syed, 1979).

Figura 4. Inflorescencias femeninas en antesis

Figura 5. Lóbulos estigmáticos abiertos

Fuente: Cenipalma, 2010

3.5. Polinización

Es una de las actividades relacionadas con la fecundación de las inflorescencias femeninas. Esta actividad puede iniciarse a los 18 a 24 meses de establecida la plantación, donde la eficiencia en mención está relacionada directamente con la presencia de inflorescencias femeninas en antesis (flor abierta o receptiva). Una inflorescencia desde que se poliniza hasta la cosecha del racimo maduro demora 6 meses aproximadamente (palmas del espino S.A & industrias del espino S.A ,2008). Según Bernales (2010) indica que existen dos métodos para el proceso de polinización uno es la polinización asistida o ayudada y polinización entomófila o por insectos.

3.5.1. Polinización asistida

Es una práctica empleada cuando el material genético inicia la emisión de inflorescencias diferenciadas a las femeninas en más del 90% y cuando la población de insectos entomófilos es insuficiente (Bernales, 2010) Este método consiste en obtener polen de flores masculinas en 80% de antesis y almacenarlas adecuadamente a temperatura entre 15 a 20ºC bajo cero, en estas condiciones el polen permanece viable hasta un año.

3.5.2. Polinización entomófila

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

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

Dhileepan (1992), menciona que ante la ausencia de gorgojos polinizadores naturales especialmente en países de amplio desarrollo del sector palmero, fueron introducidas algunas poblaciones de *Elaeidobius kamerunicus* Faust. (desde el País Camerún) con el fin de mejorar los índices de producción en las plantaciones comerciales. El principio de la introducción de estas colonias de insectos se basa en la acción de los mismos para

ayudar a obtener racimos mejor conformados y aumentar los índices frutos por racimo, obteniéndose como consecuencia producciones más cuantiosas y a la vez rentables.

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

3.6. Agentes polinizadores en palma africana

Syed (1978), indica que la polinización de la palma aceitera es realizada principalmente por varios insectos de la familia Curculiónidae, del género *Elaeidobius*. Genty et al. (1986), mencionan que, en África, donde la palma es nativa, la formación de racimos es satisfactoria. En ese continente, *Elaeidobius. Kamerunicus* Faust, *Elaeidobius Subvittatus* Faust y *Microsporum spp*. (Coleoptera: Nitidulidae) son los principales responsables del transporte de polen a las palmas

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

Syed (1984), menciona que *Elaeidobius subvittatus* Faust (Figura 7), es también muy específico, pero puede sobrevivir asociado a *Elaeis oleífera* Kunth, y el adulto puede

alimentarse por algún tiempo aun en flores de cocotero (Cocus nucifera L), aunque en ellas no puede completar su ciclo de vida. Según algunas investigaciones, la especie *Eleais oleifera* Kunth, permite la alimentación, oviposición y desarrollo de *Elaeidobius kamerunicus* Faust, pero los insectos son más pequeños y la tasa de reproducción es muy reducida.

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

Figura 6. *Macho de Elaeidobius kamerunicus* Faust.

Figura 7. *Elaeidobius subvittatus* Faust.

Fuente: Hacienda La Cabaña, 2008

3.7. Taxonomía del género *Elaeidobius*

El género *Elaeidobius*, descrito por Kuschel (1952), contiene tres especies nativas de Africa, dos de las cuales fueron subsecuentemente asignados al género por Marchall (1958). Las dos especies ahora encontradas en el nuevo mundo tienen una compleja historia taxonómica debido a su inusual distribución y dimosfismo sexual. Cada uno ha sido descrito tres veces tal como fue indicado por los siguientes sinónimos:

Elaeidobius Kuschel 1952, *Elaeidobius subvittatus (Faust)* 1898, *(Derelomus) Elaeisae (Bondar)* 1942, (*Derelomus) maynei (Hustache)* 1924, (Derelomus) *kamerunicus* (Faust) 1898, *(Derelomus) callosus (Hustache)* 1924, *(Derelomus) congoanus (Hustache)* 1924.

4. ACTIVIDADES REALIZADAS

El trabajo fue desarrollado en la empresa Palmas del Sinú, ubicada en el corregimiento de Jaraquiel Córdoba, aproximadamente a 20 minutos del casco urbano de la ciudad de Montería, cuyas coordenadas son 8°37´08¨N 75°56´30 (Figura 8). Cuenta con 274 hectáreas cultivadas en palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacquin) de la variedad Dami las flores sembradas entre los años 2012 y 2013, con una precipitación de 1248,4 mm/año. Para tener una información confiable el trabajo se llevó a cabo entre marzo de 2020 y febrero de 2021. Fue indispensable realizar el trabajo a través del tiempo, debido a la variabilidad de las condiciones climáticas que pueden influir en la población de *Elaeidobuis kamerunicus.* Faust.

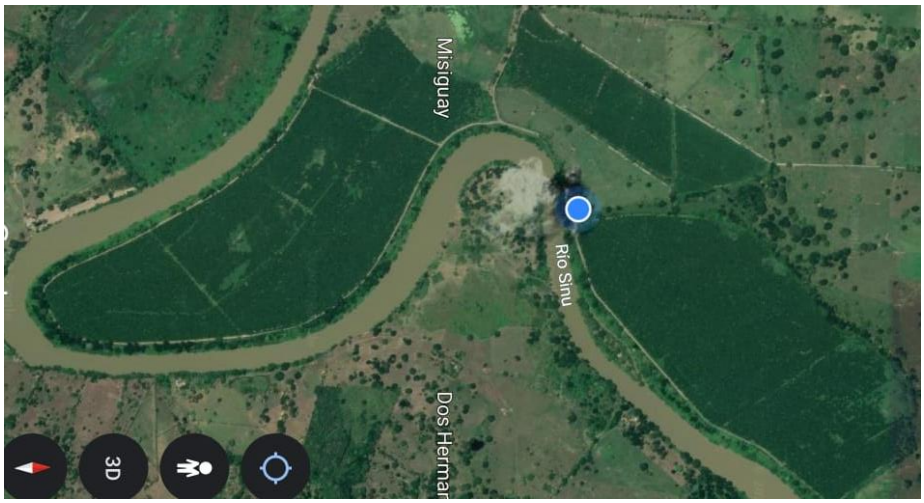


Figura 8. Ubicación geográfica de la empresa Palmas del Sinú

Fuente: Google Earth

4.1. Cuantificación de insecto polinizador.

La cuantificación de los insectos polinizadores *Elaeidobius kamerunicus* Faust fue realizada de manera aleatoria, la selección de flores masculinas en pre antesis fue realizada en los diferentes lotes de acuerdo al año de siembra, en los lotes de siembra

2012. Se tomaron 4 flores masculinas y 2 flores femeninas en lotes de siembra 2013 por mes.

Fueron usadas bolsas especiales (tyerline) para esta actividad con el fin de permitir el paso del aire, pero restringir el paso del agua. Estas bolsas son parecidas a las usadas para la producción de semillas hibridas. Las dimensiones de las mismas fueron de aproximadamente 50 cm de alto por 40 cm de ancho. La bolsa fue elaborada en forma de tubo, abierta por ambos lados.

En campo se identificó la flor masculina donde se realizó el conteo de los insectos. El estado de la flor fue embolsado en fase de preantesis (Figura 9). En este estado, la bolsa fue colocada sobre la flor masculina, fue amarrada por la base del pedúnculo de la flor y la bolsa se dobló hacia abajo, para que los insectos empezaran a llegar cuando la antesis comenzó. Cabe recordar que la antesis de una flor masculina dura aproximadamente 5 días. El primer día llegan unos cuantos insectos, al segundo día aumentaron (Figura 10) y al tercer día se llegó al máximo de insectos (figura 3). En este momento fue tomada la decisión de levantar o desdoblar la bolsa, se trató de cubrir toda la flor masculina y se amarro en la parte superior para que los insectos no se escaparan.

Figura 9. Flor antes de antesis

Figura 10. Flor segundo día de antesis

Figura 11. Flor masculina al tercer día de antesis

Una vez colocada la bolsa sobre la flor en plena antesis y con el mayor número de insectos, la flor se cortó y se colgó para realizar un proceso de secado. Sobre la flor con los insectos, por encima de la bolsa, se roció un insecticida lorsban (clorpirifos) con el fin de matar los insectos.

Posteriormente se sacudieron los polinizadores sobre una superficie plana y lo obtenido (insectos, polen, impurezas, florecillas) se separó mediante un tamiz, y se separaron todos los insectos encontrados, los cuales fueron contados uno a uno. Cabe resaltar que en algunos casos se realizó de manera aleatoria, por la alta cantidad de insectos encontrados. Se tomó una muestra en volumen de los mismos (0,6 ml), por triplicado. Para cuantificar el volumen obtenido, se utilizó la siguiente fórmula, como (Ejemplo):

- ✓ Conteo 1 en 0,6 ml. = 256 insectos
- ✓ Conteo 2 en 0,6 ml. = 265 insectos
- ✓ Conteo 3 en 0,6 ml. = 257 insectos

$$Promedio = \sum Conteo1 + Conteo\ 2 + Conteo\ 3 = 259\ insectos\ en\ 0{,}6\ mL$$

- ✓ Volumen total 40 ml

$$No.\ de\ insectos = \frac{(Promedio\ de\ insectos)(Volumen\ total)}{Volumen\ de\ muestra}$$

Después de obtener los resultados de las 6 inflorescencias, en los lotes estipulados, fue realizado un conteo 5x5 en los lotes para saber la cantidad de flores masculinas y femeninas presentes. Cabe resaltar que fueron consideradas las flores masculinas y femeninas en pre antesis y antesis.

La información de los conteos fue tabulada y se realizó un análisis de tipo matemático, con el fin de analizar si el número de insectos polinizadores disponibles son suficientes para hacer una buena polinización en todas las flores femeninas presentes en el cultivo.

4.2. Análisis de racimo (fruit set)

Para cuantificar el fruit set en los racimos de las diferentes siembras se seleccionaron 10 racimos por lote en cada ciclo de cosecha, tabulando un total de 90 racimos al mes (racimos entre bien y mal polinizados). Para esto, fueron contados los frutos normales, frutos partenocarpicos e inflorescencias infértiles y al final se estimó el porcentaje de frutos normales que tenía el racimo.

Los racimos fueron despigados con una hachuela pequeña (Figura 12) y las espigas se colocaron sobre una mesa para facilitar el trabajo. Una vez despegado el racimo se procedió a contar las espigas, obteniendo 20 espigas al azar para clasificar los frutos dentro de la misma. La clasificación arrojó frutos normales, frutos partenocarpicos e inflorescencias infértiles (ver figura 8). Esta actividad se realizó cada mes durante la

investigación, obteniendo 1800 unidades experimentales, ya que se tuvieron en cuenta los días del ciclo de la cosecha (10 días). Teniendo en cuenta 3 ciclos dentro del mes.

El porcentaje de cada racimo se sacó de frutos normales, frutos partenocarpicos e inflorescencias infértiles; de la siguiente manera:

- ✓ Frutos normales:……...1.100 (65,4%)
- ✓ Frutos partenocarpicos:……310 (18,4%)
- ✓ Inflorescencias infértiles:….270 (16,1%)
- ✓ Total, estructuras:……..1.680 (100%)

Figura 12. Despigación de los racimos

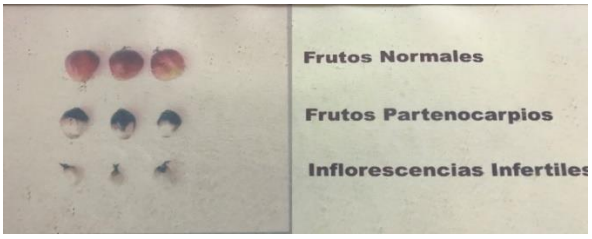


Figura 13. Componentes de las espigas del racimo

4.3. Aplicación de polen.

La evaluación de la eficiencia de la aplicación de polen de manera asistida en *Elaeis guineensis* Jacquin, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 2 tratamientos y 5 repeticiones por mes en tres lotes (2x5x3) para un total de 30 unidades experimentales. La unidad experimental fueron las flores femeninas (futuros racimos). Los tratamientos utilizados fueron:

- ✓ T1: Polinización asistida con polen de palmas tipo Tenera
- ✓ T2: Polinización natural (realizada por los insectos polinizadores presentes en la zona)

Se inició en marzo de 2020 y se escogieron en el campo 10 flores femeninas en pre antesis, en una cada una de las siembras de la plantación por cada mes de análisis. Una vez identificadas las flores en las respectivas palmas, se marcaron y se tomó la fecha de polinización. Sobre 5 de estas flores escogida al azar se realizó la polinización asistida y las otras 5 siguieron su formación normal sin influir en la polinización de ninguna manera, dependiendo de la polinización de los insectos *Elaeidobius. kamerunicus* Faust presentes. Para la aplicación asistida se preparó una mezcla de 3 gramos de polen por 10 gramos de talco inerte y esta mezcla alcanzó para polinizar 10 flores en antesis.

Aproximadamente 5 meses después, los racimos fueron cosechados y se evaluaron las siguientes variables: a) peso del racimo, b) número de frutos normales, c) frutos partenocarpicos, d) inflorescencias infértiles, e) mesocarpio por fruto, f) humedad en mesocarpio, g) aceite por mesocarpio y h) aceite sobre racimo. Con esta información se sacaron los respectivos porcentajes de cada una de las variables. Este procedimiento se realizó de la siguiente manera.

- ✓ Se inició con la identificación y cosecha de racimos maduros en campo de los tratamientos 1 y 2 mencionados anteriormente, en el formato de trabajo se anotó el número de frutos sueltos, la fecha en la que fue cortado y el tratamiento al que pertenecía dicho racimo.

- ✓ Se pesó el racimo en una balanza y se anotó este dato en el formato de trabajo. Con una achuela se removieron las raquilas del racimo en un ejercicio parecido al que se realizó en los racimos para obtener el fruit set, después de retirar las raquilas de los racimos, se separó el pedúnculo, se pesó y se contaron las raquilas totales.

- ✓ Posteriormente se homogeneizaron las raquilas usando la pala y se realizó un cuarteo de las raquilas, se tomó una muestra de entre 2 y 5 kg, se colocaron en un saco, se registró su peso y se dejó en reposo por 2 o 3 días, correspondiendo al peso de la muestra A.

- ✓ Fue obtenida una muestra B que correspondió a 400 gramos de frutos normales que se obtuvieron con el resto de raquilas removidas del pedúnculo, con un cuchillo afilado se cortaron los frutos por la base, con el fin de desprenderlos de las raquilas, se le retiraron las brácteas y por último se obtuvo el peso promedio de cada fruto. Luego se inició el despulpe de los frutos, que consistió en la remoción de la totalidad del mesocarpio, se almacenó el mesocarpio en un recipiente al igual que la nuez proveniente del despulpe de los frutos.

- ✓ Se despulparon todos los frutos, se tomó todo el mesocarpio que resulto de la muestra y se homogeneizó. Al mismo tiempo se tomó una cápsula de porcelana, se colocó sobre la balanza y se registró el peso de la cápsula en el Formato de trabajo. Se tomó una muestra de 30 gramos de mesocarpio fresco aceitoso y se registró en el Formato de trabajo.

- ✓ Posteriormente se llevó esta capsula con mesocarpio fresco al horno microondas previamente calibrado. Pasados 3 minutos a una potencia de 60%

se retiró la capsula y se tomó el peso de la cápsula más mesocarpio seco aceitoso y se registró en el Formato de trabajo.

- ✓ Para finalizar a los 2 o 3 días se tomó la muestra A, fueron removidos los frutos de la base de las raquilas usando un cuchillo afilado, incluyendo frutos partenocarpicos y abortados. Se separaron aparte las raquilas vacías que van quedando después del desfrutado y en otra parte los frutos retirados. Luego se contaron cada uno de estos y se registró su peso incluyendo las raquillas vacías y se anotó en el formato de trabajo

4.4. Obtención de polen

Se realizó un recorrido en el lote en donde se recolectó el polen, para tal fin, se identificaron las palmas (línea – palma) y las flores masculinas en estado de pre antesis.

Se hicieron varias revisiones en el lote donante de polen con el fin de identificar las inflorescencias en pre antesis se procedió a realizar los aislamientos. Para este aislamiento y/o embolsado se utilizaron bolsas de Teryline, estas flores permanecieron aisladas durante 8 a 10 días después del aislamiento, es decir el tiempo que tardan las flores en pasar de pre antesis hasta la antesis plena, una vez la flor está en plena antesis fue cosechada.

Una vez la inflorescencia masculina aislada estaba en plena antesis, fueron cortadas con un cuchillo largo y con buen filo, evitando la pérdida de polen al momento del corte (Figura 14. Aislamiento de inflorescencia masculina). El corte de la inflorescencia se realizó por la base de la misma y debajo del amarre de la bolsa de teryline utilizada para el aislamiento, teniendo la precaución de no dañarlo.

La inflorescencia cosechada se transportó hasta un lugar fresco con baja humedad relativa y se dejó secando la humedad a temperatura ambiente por un tiempo de 3 a 4

horas. Luego, la flor fue sacudida dentro de la bolsa de teryline para liberar la mayor cantidad de polen, este a la vez se fue acumulando en el fondo de la bolsa, el cual fue tamizado en una bandeja de aluminio usando un tamiz de 200 µm, se dejó en proceso de secado a temperatura ambiente durante un día. Posteriormente el polen fue almacenado en potes plásticos, rotulados con el lote, la fecha de colecta y los resultados de la viabilidad, como se muestra en la Figura 15.

Figura 14. Aislamiento de inflorescencia masculina

Figura 15. Inflorescencia masculina aislada y en plena antesis que es sacudida en la bolsa

4.5. Análisis estadísticos

Los resultados del peso del racimo (w racimo), porcentaje de frutos normales (FN), porcentaje de frutos partenocarpicos (FP), porcentaje de aceite por racimo (AC/R) fueron analizados estadísticamente. Los análisis estadísticos fueron realizados usando un análisis de varianza (ANOVA) seguido del Teste Tukey, con un porcentaje de significancia del 5% ($p < 0,05$).

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Fruit set

En la
Tabla *1* se muestra el porcentaje promedio de fruit set para racimos obtenido durante los meses de estudio de los años 2020 y 2021.

Mes 2020	**Promedio de % fruit set**
Marzo	61,47
Abril	72,35
Mayo	74,68
Junio	73,68
Julio	69,82
Agosto	51,76
Septiembre	52,93
Octubre	55,92
Noviembre	62,42
Diciembre	66,92
Mes 2021	**Promedio de % fruit set**
Enero	63,15
febrero	70,97
Total general	65,21

Tabla 1. Porcentaje promedio de fruit set de racimos mensual.

En la Tabla 1, se observa que, durante el estudio, la plantación presento un porcentaje de fruit set de 65, 21 % aproximadamente. El mayor porcentaje fue obtenido en el mes de mayo, mientras que la menor cantidad fue obtenida en el mes de agosto, con porcentajes de 74,68 y 51,76 %, respectivamente. Además, se observa una deficiente conformación y caída de los valores en los meses de agosto, septiembre y octubre. Estos coinciden con los meses del año 2020 que presentaron una menor conformación óptima de los racimos, Lo anterior ocasiona que el peso promedio de los racimos se vea afectado debido a la alta presencia de frutos abortados y la baja cantidad de frutos normales, lo que se ve reflejado en la producción en esos meses específicamente.

La deficiente en la formación de los racimos estuvo asociada a la falta de polinización por parte del insecto polinizador *Elaedobius kamerunicus* Faust, que ocurrió 5 meses atrás (marzo, abril y mayo). Cabe resaltar que marzo, abril y mayo fueron los meses con menor cantidad de insectos polinizadores por flor femenina a lo largo del ensayo, y a medida que el insecto polinizador incrementaba su población con el transcurrir del tiempo, el comportamiento del porcentaje de fruit set de los racimos pasados 5 meses fue afectado negativamente.

Por tanto, se afirma que la baja población de insectos en estos meses de marzo a mayo está afectando directamente la producción de la plantación en los meses de agosto a octubre.

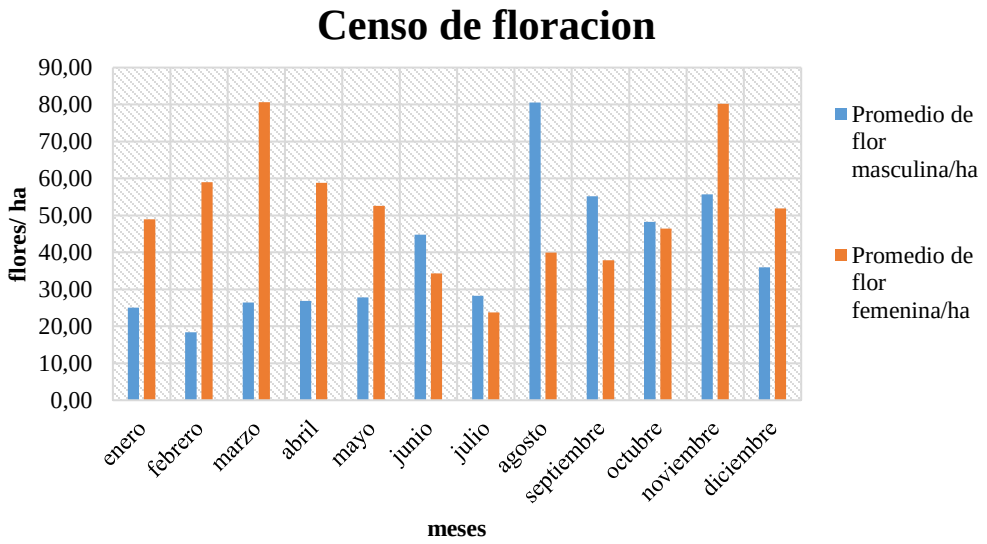
Es importante aclarar que en los meses de julio y agosto se presentó la mayor cantidad de racimos cosechados. Sin embargo, el peso promedio de los racimos fue el más bajo, perdiendo así hasta 2 kilogramos por racimos.

5.2. Conteo de insecto polinizador *Elaeidobius kamerunicus* Faust.

En la Tabla 2, se muestran los promedios de Insectos por flor femenina en los meses de estudio entre los años 2020 y 2021. Mientras que en la Gráfica 1 se muestra el promedio de la floración por hectárea tanto para la flor masculina como para la flor femenina.

Meses 2020	Promedio de Insectos/flor femenina
Marzo	478
Abril	3.308
Mayo	15.715
Junio	65.131
Julio	82.011
Agosto	62.917
Septiembre	93.013
Octubre	41.355
Noviembre	35.324
Diciembre	29.934
Meses 2021	
Enero	12.140
Febrero	6.472
Total general	37.884

Tabla 2. Numero promedio de insectos polinizadores por flor femenina



Gráfica 1. Censo de floración por hectárea.

Al realizar los conteos del insecto polinizador *Elaeidobius kamerunicus* Faust, se encontró una marcada fluctuación en la densidad de población. En la Tabla 2 se muestra como las poblaciones del polinizador en los meses de marzo, abril y mayo del año 2020

son menores al compararlos con los demás meses del año. Cabe resaltar que en estos meses no se supera los 16.000 insectos en promedio por flor femenina, mientras que en el resto del año la cantidad de insectos está por encima de 29.000 (exceptuando los meses de enero y febrero del 2021 donde las poblaciones están por debajo de 20.000. Sin embargo, para estos meses no se tiene análisis de fruit set pasados aproximadamente 5 meses, por tanto, no puede ser relacionado de la misma forma.

Para tener una idea más clara en la Tabla 2 se muestra la cantidad de insectos que le competían a cada flor femenina y coinciden con que las flores en los meses de marzo y Abril fueron las que correspondieron a la menor cantidad de insectos, mientras que las flores en los meses de mitad de año como junio y julio les correspondieron mayor cantidad de insectos polinizadores. Por tanto, lo anterior puedo ser un indicio de que la cantidad de insectos encontrados en estos meses de marzo, abril y mayo; junto con el alto número de flores femeninas no fue suficiente para realizar una óptima polinización. Esta información fue corroborada con los análisis de fruit set mencionados anteriormente, ya que es de recordar que las flores polinizadas en esos meses serian cosechadas aproximadamente 5 meses después, periodo en el que se presenció el descenso de la producción.

La floración jugó un papel fundamental en la población del insecto, ya que en estos mismos meses de Marzo Abril y Mayo las cantidades de flores masculinas de las cuales dependen los insectos para su desarrollo, como lo menciona Labarca (2007), fueron muy bajas 26, 27 y 23 flores por hectárea respectivamente, mientras que las flores disponibles para ser polinizadas fueron mucho mayores, para los meses de marzo, abril y mayo con 80, 59 y 45 flores por hectárea respectivamente, como se observa en la Gráfica 1.

A partir del mes de junio la población del insecto empezó a aumentar progresivamente, mientras que la relación de flores se invirtió dando como resultado mayor número de flores masculinas con respecto al número de flores femeninas. Fue observado el mismo

comportamiento hasta el mes de octubre donde la cantidad de flores masculinas y femeninas fue similar, 48 y 46 flores respectivamente. Por otro lado, la cantidad de insectos decayó para ese mes, con aproximadamente 41.355 polinizadores por flor femenina, como se observa en la Gráfica 1.

Para este estudio no se tiene certeza absoluta sobre la causa que está ocasionando la marcada disminución en la población del insecto polinizador, en los meses de comienzo de año. Sin embargo, se puede asociar a la época seca ya que la curva de pluviosidad de la plantación (Tabla 1 de la Lista de Anexos) tiene un comportamiento similar con la curva de población de los insectos. Por lo tanto, existe una relación directamente proporcional entre las épocas de lluvia y la población de insecto. Es decir, se observa una disminución en la población del insecto en los primeros meses del año, donde se presentan pocas lluvias, mientras que el aumento de esa población se ve reflejado durante la mitad del año, donde existe un aumento de lluvias. Otro aspecto que pudo afectar la disminución de la población insectos polinizadores es la alta incidencia de plagas o depredadores naturales del insecto como ratas, observadas frecuentemente durante la época seca en el cultivo, que pudo afectar en gran manera la población del insecto.

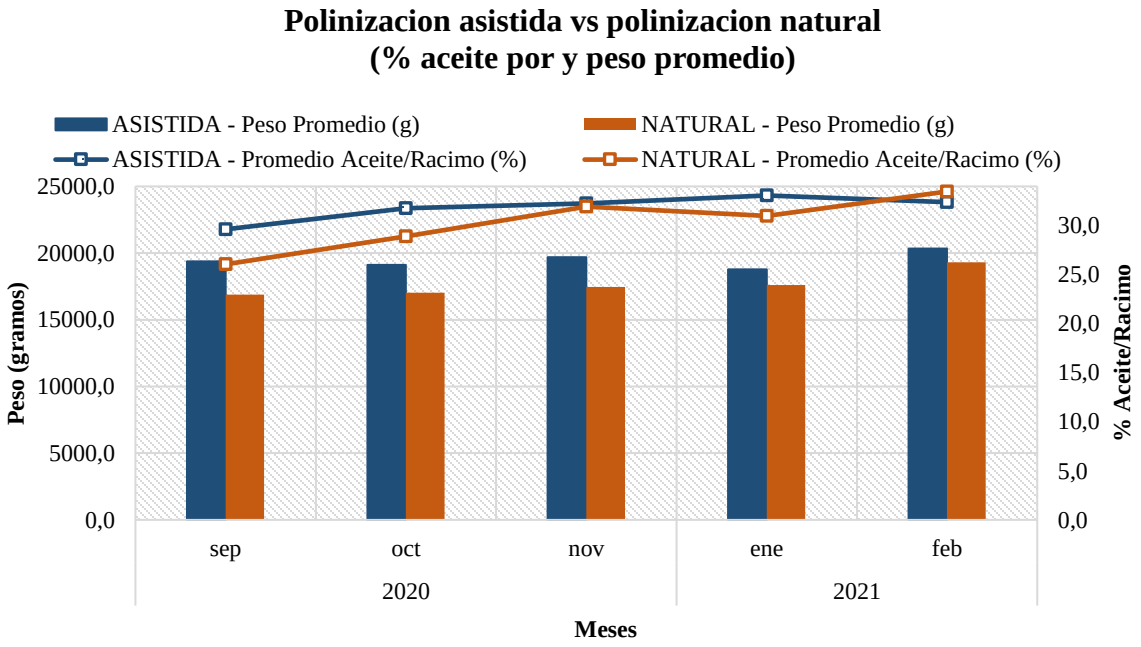
5.3. Análisis físico de racimos

En la Tabla 3 se relacionan los tratamientos usados con los promedios de cada propiedad física analizada en los racimos. Mientras que en la Gráfica 2 se muestra la relación de los tratamientos usados (polinización asistida vs polinización natural) con el peso y aceite promedio por racimo obtenido.

MES	$\bar{x}$ de humedad (%)	$\bar{x}$ de aceite en el mesocarpio (%)	$\bar{x}$ de frutos normales por racimo (%)	$\bar{x}$ de frutos partenocarpicos por racimo (%)	$\bar{x}$ de aceite por racimo (%)
Polinización asistida	32,3	51,6	76,1	1,4	31,8
Polinización natural	32,2	51,7	71,5	2,5	30,3
Total, general	32,3	51,7	73,8	2,0	31,0

$\bar{x}$: Promedio

Tabla 3. Promedios generales análisis de racimos.

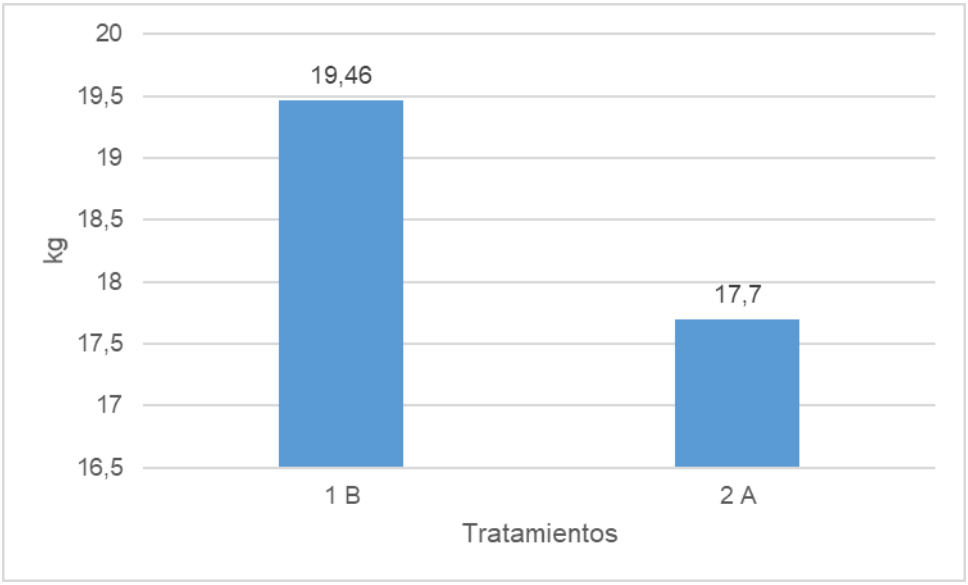


Gráfica 2. Polinización asistida vs polinización natural, peso y aceite promedio por racimo.

En términos generales se puede afirmar que los datos de análisis físico encontrados en el estudio arrojó diferencias significativas entre los dos tratamientos (polinización asistida y polinización natural de racimos). Esta diferencia se presenta en el porcentaje

promedio de frutos normales, frutos partenocarpicos, cantidad de aceite por racimos y peso promedio de los mismos, como se puede observar en la Gráfica 2.

El peso promedio de racimos entre los dos tratamientos presentó diferencias significativas ($p < 0,05$), como se muestra en la Gráfica 3. De lo que se infiere que hacer la polinización artificial con polen incrementa el peso promedio de los racimos.

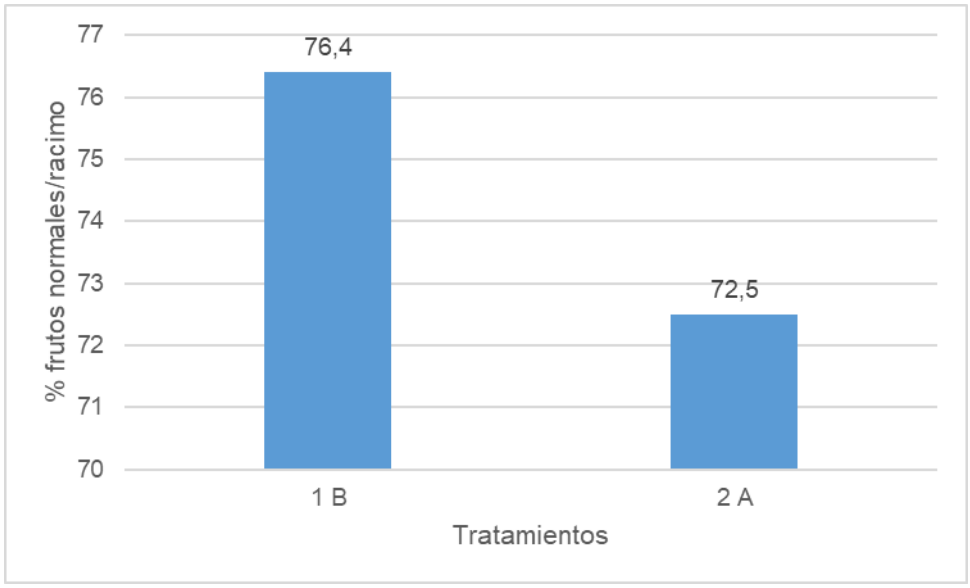


Gráfica 3. Peso promedio del racimo, Montería, Córdoba.

En cuanto, a frutos normales, los racimos polinizados de forma asistida presentaron aproximadamente un aumento de alrededor de 5 puntos porcentuales con respecto a los racimos de polinización natural, 76,1 y 71,5% respectivamente, como se describe en la Tabla 3.

Se obtuvo una relación directamente proporcional entre los frutos normales y el % de aceite en los racimos, como se observa en la Gráfica 4, donde se observa que a medida que él % de frutos normales se incrementa, aumenta el aceite por racimo. De lo anterior se infiere que la polinización asistida está influenciando en tener una mayor cantidad

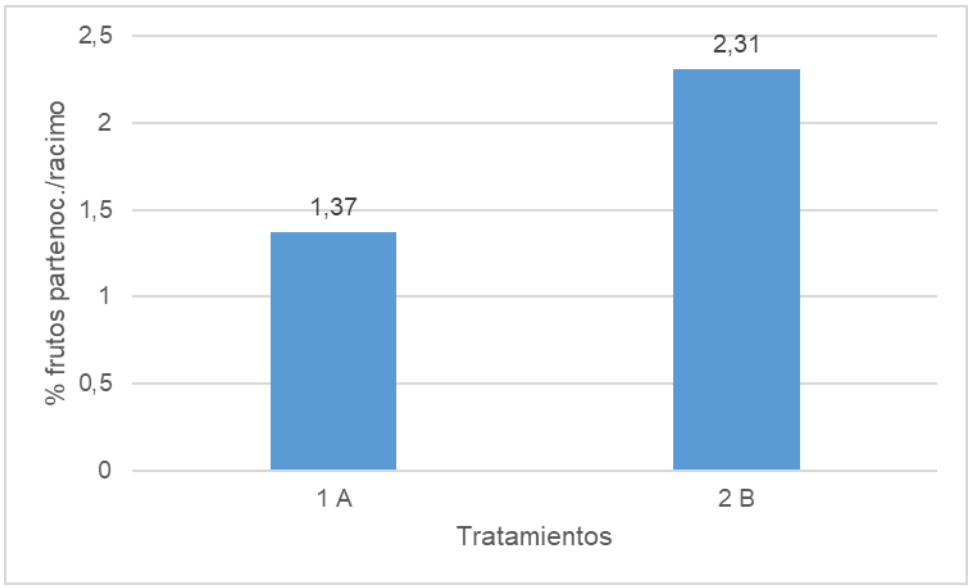
de frutos normales. En la Gráfica 4, se puede apreciar que existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.



Gráfica 4. Porcentaje de frutos normales por racimo, Montería, Córdoba

El tratamiento 1 que tuvo polinización asistida presento un promedio (76,40%) más alto que el tratamiento 2 (72,49%) y probablemente esta sea una de las razones para que se presente diferencias estadísticas en el aceite/racimo.

Mientras que la diferencia en los porcentajes de frutos partenocarpicos en los dos tratamientos fue un poco más baja, ya que los racimos muestreados de polinización natural presento 2,5 % de frutos partenocarpicos y los racimos polinizados de manera asistida presento 1,4 % de frutos partenocarpicos (Tabla 3). Los frutos partenocarpicos por racimo también se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, lo cual probablemente se deba a que uno de los tratamientos tiene polinización asistida y el otro es de manera natural. Los frutos partenocarpicos en palmas *Elaeis guineensis* Jacq. normalmente no tienen aceite o el contenido es muy bajo, por lo tanto, es un componente del racimo indeseable. Hay que entender que la fecundación de las flores en el racimo está ligada a la llegada del polen a estas. Aunque esta cifra a nivel general es baja, si está influyendo en un mayor o menor contenido de aceite (Gráfica 5).

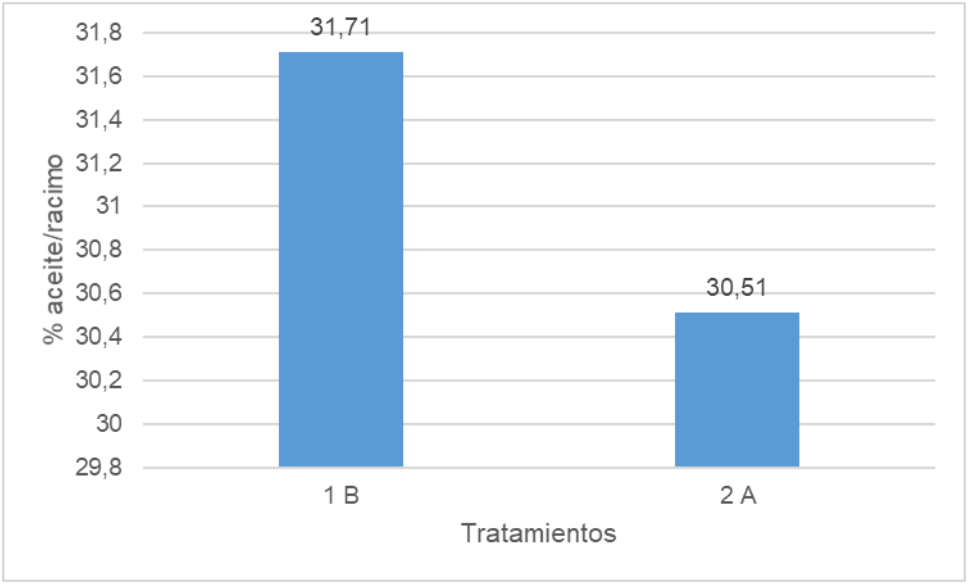


Gráfica 5. Porcentaje de frutos partenocarpicos por racimo, Montería, Córdoba

La diferencia mayormente marcada entre los racimos de los dos tratamientos se encontró en el peso promedio y la cantidad de aceite, ya que en general la diferencia de pesos fue de 1797,6 gramos a favor de los racimos polinizados de forma asistida. Sin embargo, en los meses de septiembre, octubre y noviembre la diferencia fue mucho mayor, alrededor de 2200 gramos entre racimos de polinización asistida sobre racimos de polinización natural; mientras que en el aceite por racimos, este valor tuvo un comportamiento un poco distinto a lo observado en los demás datos, ya que la polinización asistida supero los porcentajes durante la mayoría de los meses analizados a excepción del mes de febrero donde los porcentajes de aceite cambiaron la tendencia que se venía observando (1,1 puntos porcentuales). como se muestra Gráfica 2.

El aceite por racimo es la variable más deseable en el negocio de la palma de aceite. En el ensayo se pudo ver que existió diferencias significativas entre tratamientos. Se puede ver que el tratamiento 1 donde se hizo la polinización asistida con polen fue el que más aceite por racimo tuvo, por algunas variables analizadas anteriormente, donde la que más influyó fue los frutos normales/racimo.

En condiciones de polinización natural, quienes realizan la polinización son insectos polinizadores cuya mayor prevalencia es el *Elaeidobius kamerunicus* Faust por lo tanto, si la población es baja, probablemente, la polinización sea baja y por ende los frutos normales, también sean bajos (*Gráfica 6*).



Gráfica 6. Gráfica 4. Porcentaje de aceite por racimo, Montería, Córdoba.

Además, el porcentaje de humedad y aceite en el mesocarpio no presentó variación significativa, ya que los valores encontrados siempre fueron similares en los racimos de ambos tratamientos 32 y 51 % respectivamente.

Para finalizar se puede decir que la cantidad de frutos normales encontrados en ambos tratamientos estuvo directamente relacionada con los valores de peso promedio y aceite por racimo, debido que la mayor cantidad de frutos normales en los racimos repercute en el peso de los mismos al igual que sucede con los contenidos de aceite.

6. CONCLUSIONES

Del estudio descrito anteriormente se puede decir que se cumplió con los objetivos propuestos, bajo las condiciones de clima, suelo y material vegetal, obteniendo las siguientes conclusiones:

- ✓ Al realizar conteos de polinizadores *Elaeidobius kamerunicus* Fust se encontró que los meses donde la población de insectos por flor femenina fue mayor coinciden con los meses de época seca, mientras que la población decae en los meses de época lluviosa en el año. Además, las cantidades superiores a 90.000 insectos por flor femenina influyen en la obtención de una buena conformación de racimos (% de fruit set) cercanos al 70%.

- ✓ El proceso de polinización asistida que se realizó en la plantación Palmas del Sinú S.A.S. ha permitido obtener buenos resultados en la conformación del fruto, influyendo directamente en el aumento de la cantidad de frutos normales, lo cual está relacionado a su vez con el incremento de peso promedio y porcentajes de aceite, que van desde 1000 a 2500 gramos adicionales por racimos y de 0,3 a 3,6% adicionales en cuanto a contenido de aceite de los mismos.

- ✓ Mantener los ciclos de cosecha a tiempo y realizar esta labor de forma óptima, ayuda a mantener altos porcentajes de aceites en los racimos, ya que esto se puede relacionar con la humedad a la que se encuentra el mesocarpio del fruto, es decir porcentajes menores de humedad en los frutos normales induce a una mayor cantidad de aceite

En conclusión, se puede afirmar que un mayor número de frutos normales junto con una óptima humedad de los mismos, son componentes del racimo que influyen para obtener altos contenidos de aceites.

7. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta el trabajo realizado anteriormente acerca de la cuantificación de insectos polinizadores, se recomiendan la introducción de Polinizadores para aumentar la densidad de población en la plantación, traídos de otros lugares donde las poblaciones sean mucho más altas.

El establecimiento de cámaras de crianzas dentro de los lotes y el uso de trampas o depredadores biológicos, con el fin de controlar las poblaciones de enemigos natrales de los insectos Polinizadores, como las ratas que limitan el libre desarrollo del polinizador.

Aunque la polinización asistida mostro grandes beneficios en la conformación de los racimos, es necesario antes de realizar la labor tener en cuenta algunos criterios puntuales como los siguientes**:** a) contar con una buena disponibilidad de polen, b) suficiente medio económico, c) polinizar de manera asistida las flores femeninas solo en meses de muy baja presencia de insectos como son marzo abril y mayo, ya que es una labor que demanda gran cantidad de recurso humano, materiales y tiempo de aplicación constante en el cultivo.

8. BIBLIOGRAFÍA

Adam, H.; Jouannic, S.; Morcillo, F.; Richaud, F.; Duval, Y.; Tregear, J. W. 2007. Determination of Flower Structure in Elaeis guineensis: Do Palms use the Same Homeotic Genes as Other Species. Annals of Botany, 100:1- 12

Bastidas, P. S., Peña, R. E., & Reyes, C. R. 2013. Preguntas sobre Palma de aceite Elaeis guineensis Jacq., palma Nolí Elaeis oleífera (Kunth) Cortés y los híbridos intespecíficos Nolí x Palma de aceite (E. oleífera x E. guineensis). CORPOICA. Bogotá (Colombia).

Cenipalma. 2010. Fenologia de la palma de aceite africana (Elaeis guineensis Jacq.) y del híbrido interespecífico (Elaeis oleífera [Kunt] Cortes x Elaeis guineensis Jacq.). Bogotá (Colombia). 110 p.

Corley, R.V.H.; Tinker, P.B. 2009. La palma de aceite. Cuarta edición (versión en español). Fedepalma. Bogotá (Colombia). 604 p.

Dhileepan, K.1992.Pollen carrying capacity, pollen load and pollen transferring ability of the oil palm pollinating weevil Elaeidobius kamerunicus Faust in India. Publicación Oléagineux CIRAD no 47; Paris, Francia. P55-61.

Dransfield, J.; Uhl, N.W.; Asmussen, C.B.; Baker, W.J.; Harley, M.M.; Lewis, C. E. 2008. Genera palmarum: The evolution and classification of palms. Kew Publishing. (Reino Unido). 732 p

El peruano. 2012. Normas legales, requisitos fitosanitarios para la introducción del insecto polinizador Elaeidobius kamerunicus a las plantaciones de Palma del Espino. Bernales, H. 2010. El decálogo de la Palma Aceitera (Elaeis guineensis jacq) Palmas de Shanusi S.A. Tarapoto-Perú.

Genty, P., A. Garzon, F. Luchine y G. Delvare. 1986. Polinización entomófila de la palma africana en América Tropical Oleagineux 41(3): 99-112.

Genty, P., A. Garzon, F. Luchine y G. Delvare. 1986. Polinización entomófila de la palma africana en América Tropical Oleagineux 41(3): 99-112.

Genty, P.; Garzon, A.; Luchini, F.; Delvare, G.1986. Polinización entomófila de la palma aceitera en América Tropical. Publicación Oléagineux CIRAD, no 41. Paris, Francia. pp 99-112.

Harund, M. H.; Noor M.H.M. Fruit set and oil palm bunch components. Journal of Oil Palm Research, 2002, 14, 24-33.

Ortiz, R. & Fernández, O. 1994. El cultivo de la Palma aceitera; Edit. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica.

Kuschel, G. 1952. Los Curculionidae de la cordillera chileno-argentina (1.a parte). Rev. Chilena Ent. 2:229-279.

Labarca, MV. 2007. Relación entre las inflorescencias, el clima y los polinizadores en el cultivo de la palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en el sur del lago de Maracaibo.

Latiff, A. 2000. The biology of the genus Elaeis. Advances in oil palm research. 1:19-38.

León, J. 1987. Botanica de los cultivos tropicales (2a ed.) IICA. (San Jose de Costa Rica).50-56

López, A. (1978). Efecto de la polinización asistida en la producción de aceite en los cultivares de palma híbrida de COLDESA. Memorias II conferencia sobre palma de aceite. Santa Marta. Bogotá, Fedepalma

Mutert, E. W. 1997. La palma aceitera: el cultivo dorado de los trópicos. Informaciones Agronómicas, INPOFOS 29:1-3

Raygada, R. 2005. Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera. Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida Sin Drogas (Devida); proyecto de desarrollo alternativo Tocache-Uchiza (Prodatu). Lima (Peru).

Revelo, M. 2002. Palmicultura moderna, Orientación para productores y empresarios, Sociedad Las Palmas LTDA, edición Galrobayo. Bogotá, CO. Vol. 1 p. 10.

Revista Facultad de agronomía (Venezuela) 24; 303- 320.Syed R. 1979. Studies on oil palm pollination by insects. Bulletin of Entomology. Research. 69: 213-224.

Syed R. 1978. Studies on pollination of oil en West Africa and Malaysia. Report of the Comm. Inter. Biological Control, CAB. 38p.

Syed, R. 1984. Los insectos polinizadores de la palma africana. Palmas. Colombia. 5:19-64.

Tandon, T.; Manoharaf, T.N.; Nijalingappaf, B.H.M.; Shivanna, R. 2001. Pollination and Pollen- pistil Interaction in Oil Palm, Elaeis guineensis, Annals of Botany 87: 831-838

Vallejo, G. 1981. Botánica. La Palma Africana de Aceite. TOA, Bogotá pp. 16-28.
Syed RA. 1979. Studies on oil palm pollination by insects. Bulletin of Entomological Research 69: 213.

ANEXOS

Anexo 1.

Meses (mm de lluvia)	2020	2019	2018	2017	2016	2015	PROMEDIO
Ene	0,0	0,0	107,5	6,0	13,1	5,9	22,1
feb	0,0	0,0	0,0	7,0	5,4	10,6	3,8
mar	0,0	3,5	16,1	72,6	0,0	4,3	16,1
abr	11,4	69,6	151,6	75,0	22,0	113,1	73,8
may	253,9	182,5	179,9	136,6	362,8	174,9	215,1
jun	121,9	132,5	93,8	146,6	61,0	13,0	94,8
jul	237,6	225,9	203,5	315,4	91,9	149,5	204,0
ago	203,6	127,4	117,3	176,3	253,0	265,4	190,5
sep	92,3	248,5	162,8	120,8	68,9	122,0	135,9
oct	125,25	182,5	99,375	188	145,5	89	138,3
nov	31,375	52,875	80,75	69	216,9	94,875	91,0
dic	21,125	10,5	24	95	48,5	29	38,0
Total general	1098,375	1235,8	1236,5	1408,3	1289,0	1071,5	1248,2

Tabla 1. Pluviosidad de la plantación.