



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Proyecto de Investigación
Previo a la Obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo.

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

“Eficacia de la feromona sintética sola y asociada con atrayentes naturales
para captura del picudo negro (*Rhynchophorus palmarum*) en Palma Africana,
(*Elaeis guineensis*)”

Autor:

Francisco Gutenbertg Barreiro Cagua

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Agr. César Bermeo Toledo MSc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Francisco Gutenbertg Barreiro Cagua**, declaro que el trabajo de investigación aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

Francisco Gutenbertg Barreiro Cagua

C.I.: 1725038556

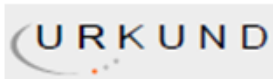
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Ing. Agr. César Bermeo Toledo MSc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Francisco Gutenbertg Barreiro Cagua**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “Eficacia de la Feromona Sintética sola y asociada con atrayentes naturales para captura del picudo negro, *Rhynchophorus palmarum*, en Palma Africana, *Elaeis guineensis*”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agrónomo**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente,

Ing. Agr. César Bermeo Toledo MSc.
Director del Proyecto de Investigación

REPORTE DE LA HERRRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO



Urkund Analysis Result Analysed

Document: Barreiro Cagua Francisco.docx (D41429613)

Submitted: 9/13/2018 17:39:00 PM

Submitted By: cbermeo@uteq.edu.ec

Significance: 8 %

Ing. Agr. César Bermeo Toledo MSc.
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

“Eficacia de la feromona sintética sola y asociada con atrayentes naturales para captura del picudo negro, (*Rhynchophorus palmarum*), en Palma Africana, (*Elaeis guineensis*)”

Presentada a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Hayron Fabricio Canchignia Martínez PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Mayra Carolina Vélez Ruiz PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. Ramiro Gaibor Fernández M Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2018

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme terminar una etapa más en mi vida y a mis padres que me apoyaron durante todo este trayecto.

A los docentes y directivos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo de la Facultad de Ciencias Agrarias por tener la visión de preparar a futuros profesionales.

A mi director de tesis Ing. Cesar Bermeo Toledo, quien con su valioso criterio me brindó su apoyo en el proceso del desarrollo del experimento, para que el resultado de esta investigación tenga una excelente calidad de contenido. En la cual sus conocimientos, orientación y su manera de trabajar han sido fundamentales para mi formación profesional.

Al Decano Ing. Leonardo Matute M. por su colaboración y apoyo en la realización de los trámites pertinentes en este trabajo.

A todos los docentes que formaron parte de mi proceso educativo gracias por su tiempo y enseñanzas, el apoyo brindado y sus conocimientos transmitidos. A la Ing. Josselyn Vélez Ruiz y aquellas personas que de una u otra forma me apoyaron en la formación de mi trabajo.

Francisco Barreiro

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado con el corazón principalmente a Dios por darme fuerza y sabiduría para poderlo culminar.

A mis padres Fultón Barreiro y Amparo Cagua quienes me apoyaron incondicionalmente y vieron en mí el deseo de superación, por inculcarme la responsabilidad y el compromiso con las metas que me propuse al comenzar mis estudios de tercer nivel.

A mis hermanas que siempre estuvieron apoyándome moralmente y aconsejándome para seguir adelante, para esforzarme, pues, todo tiene su recompensa al final.

A todos mis familiares que estuvieron apoyándome desinteresadamente durante los buenos y malos momentos.

A todas esas personas que no creyeron que cumpliría con esta meta.

Francisco Barreiro

RESUMEN

El picudo negro *Rhynchophorus palmarum* es considerada una importante plaga en el cultivo de palma africana, realizar la captura masiva de éste insecto a través del uso de trampas es una de las alternativas ampliamente utilizadas para reducir sus poblaciones a niveles que no afecten el desarrollo de las plantas, la captura de estos insectos permite reducir la posibilidad de transmisión de enfermedades tales como el anillo rojo causada por el nematodo *Bursaphelenchus cocopilus* que es transportado por el picudo negro y que causa amarillamiento y secamiento progresivo de las hojas inferiores, llegando hasta as hojas jóvenes y causando la muerte de la planta en pocos meses.

La presente investigación se realizó en la Hacienda “Sociedad de Hecho Predios Aceiteros Mal Paso”, vía a Puerto Nuevo Km 20, Parroquia Monterrey, cantón La Concordia, Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas. El estudio tuvo como objetivo determinar la eficacia de la feromona sintética sola y asociada con atrayentes naturales para captura del picudo negro (*R. palmarum*) en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*). Para la distribución de los tratamientos en el campo se utilizó el diseño experimental Cuadrado Latino, para la comparación de las medias entre tratamientos de las variables seleccionadas se aplicó la prueba de Tukey ($p = 0.05$). Se realizaron evaluaciones a los 3, 8 y 15 días después de la instalación de las trampas con feromona sintética sola y combinada con atrayentes naturales, además, se colocó trampas únicamente con la aplicación de atrayentes naturales de piña, caña de azúcar y pedúnculo de palma. Transcurrido el primer periodo de evaluación se procedió al cambio de los atrayentes naturales y se registraron los datos a los 3, 8 y 15 días. Con el presente trabajo determinamos que la acción combinada de la feromona sintética con los atrayentes naturales ejerce un mayor control, capturando 11 insectos de picudo negro en los primeros 8 días con la combinación de feromona más piña, e incluso fue posible capturar otros insectos de relevante importancia como el picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) que a niveles poblacionales elevados ocasiona perjuicios en el cultivo de palma africana.

Palabras claves: palma africana; picudo negro; atrayentes naturales; trampeo.

SUMMARY

The black weevil *Rhynchophorus palmarum* is considered an important pest in African palm cultivation, to realize the massive capture of this insect through the only way to reduce the populations to considerable levels that do not affect the development besides to reduce the possibility of transmission of diseases to the culture by means of the use of traps, the present researching that was realized in the Farm "Sociedad de Hecho Oil Fields Mal Paso", via Puerto Nuevo Km 20, Parish Monterrey, canton La Concordia Province of Santo Domingo de los Tsáchilas. The objective of the study was to determine the efficacy of synthetic pheromone alone and associated with natural attractants for capturing of the black palm weevil (*Rhynchophorus palmarum*) in the African palm cultivation (*Elaeis guineensis*). For the distribution of the treatments in the field, the experimental design Cuadrado Latino was used, for the comparison of the means between treatments of the selected variables, the Tukey test was applied ($p = 0.05$). Data were recorded at 3, 8 and 15 days after the installation of synthetic pheromone traps alone and combined with natural attractants, in addition, traps were placed only with the application of natural attractants of pineapple, sugar cane and palm peduncle . After the first evaluation period, the natural attractants were changed and new data were recorded at 3, 8 and 15 days. With the present researching we determined that the combined action of the synthetic pheromone with the natural attractants exerts a greater control, capturing 11 black weevil insects in the first 8 days with the combination of pheromone plus pineapple and it was even possible to capture other important insect like the (*Metamasius hemipterus*) that at high population levels causes damages in the cultivation of African palm.

Keywords: African palm; *Rhynchophorus palmarum* (black weevil); natural attractants; trapping

TABLA DE CONTENIDO

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
REPORTE DE LA HERRRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
SUMMARY	ix
TABLA DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
Introducción.....	1
 CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Problema de la Investigación	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Objetivo General.....	4
1.2.1. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación.....	5
 CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1. Palma Africana.....	7
2.1.1. Clasificación taxonómica de la Palma Africana.....	8
2.1.2. Características botánicas	8
2.1.2.1. Sistema radicular	8
2.1.2.2. Tallo.....	9

2.1.2.3. Hojas.....	9
2.1.2.4. Inflorescencia	10
2.1.3. Cosecha	10
2.1.4. Condiciones agroecológicas	10
2.1.5. Picudo negro (<i>Rhynchophorus palmarum</i>).....	11
2.1.5.2. Huevo	12
2.1.5.3. Larva.....	12
2.1.5.4. Pupa.....	13
2.1.5.5. Adulto.....	13
2.1.6. Daños de <i>R. palmarum</i>	13
2.1.7. Rango de hospederos.....	14
2.1.8. Alternativas de manejo	14
2.1.9. Captura de adultos	15
2.1.10. Tipos de control.....	15
2.1.10.1. Biológico	16
2.1.10.2. Cultural	16
2.1.10.3. Etológico	17
2.1.10.4. Químico	17
2.1.11. Uso de trampas para la captura de <i>R. palmarum</i>	17
2.1.11.1. Trampeo masivo	18
2.1.12. Cebos vegetales	19
2.1.12.1. Caña de azúcar.....	19
2.1.12.2. Piña.....	19
2.1.13. Feromona sintética de agregación	20
 CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	 21
3.1. Localización del Experimento	22
3.2. Materiales y Equipos.....	22
3.2.1. Material genético	22
3.2.2. Material experimental	23
3.2.3. Equipos	23
3.3. Tipo de Investigación.....	23
3.4. Factores en Estudio	23
3.4.1. Tratamientos.....	23

3.5.	Diseño Experimental.....	24
3.6.	Manejo del Experimento.....	24
3.7.	Datos a Tomar y Formas de Evaluación.....	25
3.7.1.	Número de picudos negros por tratamiento a los 3, 8 y 15 días.....	25
3.7.2.	Número de picudos rayados por tratamiento a los 3, 8 y 15 días.....	25
3.7.3.	Eficacia de los tratamientos.....	25
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		26
4.1.	Resultados	27
4.1.1.	Número de picudos negros a los 3, 8 y 15 días de la colocación de las trampas ..	27
4.1.3.	Número de picudos rayados a los 3, 8 y 15 dd de la colocación de las trampas ...	29
4.1.4.	Número de picudos rayados a los 3, 8 y 15 dd del cambio de los atrayentes.....	30
4.1.5.	Porcentaje de eficacia de los tratamientos	31
4.2.	Discusión	32
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		34
5.1.	Conclusiones	35
5.2.	Recomendaciones	36
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA		37
6.1.	Bibliografía.....	38
CAPÍTULO VII. ANEXOS.....		43
7.1.	Anexos	44

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación taxonómica de la Palma Africana.....	7
Tabla 2.	Requerimientos climáticos y edáficos del cultivo de la Palma africana (<i>E. guineensis</i>).	11
Tabla 3.	Características climáticas y edafológicas del sitio experimental.....	22
Tabla 4.	Tratamientos establecidos en la investigación experimental.....	24
Tabla 5.	Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA).....	24
Tabla 6.	Porcentaje de eficacia de los tratamientos a los 3, 8 y 15 días en la eficacia de la feromona sintética sola y asociada con atrayentes naturales para captura del picudo negro, <i>Rhynchophorus palmarum</i> , en palma africana, <i>Elaeis guineensis</i> , 2018.....	31

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Número de adultos de picudo negro (*R. palmarum* L.) capturados por diferentes atrayentes a los 3, 8 y 15 días después de la colocación de las trampas. Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (prueba de Tukey). 27
- Figura 2.** Número de adultos de picudo negro (*R. palmarum* L.) capturados por diferentes atrayentes a los 3, 8 y 15 días después del cambio de los atrayentes de las trampas. Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (prueba de Tukey). 28
- Figura 3.** Número de adultos de picudo rayado (*M. Hemipterus*) capturados por diferentes atrayentes a los 3, 8 y 15 días después de la colocación de las trampas. Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias. (Prueba de Tukey al 5%). 29
- Figura 4.** Número de insectos de *M. hemipterus* capturados por diferentes atrayentes a los 3, 8 y 15 días después del cambio de los atrayentes de las trampas. Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias. (Prueba de Tukey al 5%). 30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza del número de picudos negros a los 3 días después de la colocación de las trampas.....	44
Anexo 2. Análisis de varianza del número de picudos negros a los 8 días después de la colocación de las trampas.....	44
Anexo 3. Análisis de varianza del número de picudos negros a los 15 días después de la colocación de las trampas.....	44
Anexo 4. Análisis de varianza del número de picudos negros a los 3 días después del cambio de los atrayentes naturales.....	44
Anexo 5. Análisis de varianza del número de picudos negros a los 8 días después del cambio de los atrayentes naturales.....	45
Anexo 6. Análisis de varianza del número de picudos negros a los 15 días después del cambio de los atrayentes naturales.....	45
Anexo 7. Análisis de varianza del número de <i>M. hemipterus</i> a los 3 días después de la colocación de las trampas.....	45
Anexo 8. Análisis de varianza del número de <i>M. hemipterus</i> a los 8 días después de la colocación de las trampas.....	45
Anexo 9. Análisis de varianza del número de <i>M. hemipterus</i> a los 15 días después de la colocación de las trampas.....	46
Anexo 10. Análisis de varianza del número de <i>M. hemipterus</i> a los 3 días después del cambio de los atrayentes.....	46
Anexo 11. Análisis de varianza del número de <i>M. hemipterus</i> a los 8 días después del cambio de los atrayentes.....	46
Anexo 12. Análisis de varianza del número de <i>M. hemipterus</i> a los 15 días después del cambio de los atrayentes.....	46
Anexo 13. Análisis de varianza de la eficacia de los tratamientos a los 3 días después de la colocación de las trampas.....	47
Anexo 14. Análisis de varianza de la eficacia de los tratamientos a los 8 días después de la colocación de las trampas.....	47
Anexo 15. Análisis de varianza de la eficacia de los tratamientos a los 8 días después de la colocación de las trampas.....	47
Anexo 16. Ubicación geográfica de la hacienda Sociedad de Hecho Predios Aceiteros “Mal Paso”	47

Anexo 17.	Colocación de las trampas con sus respectivos atrayentes	48
Anexo 18.	Revisión de las trampas con sus respectivos atrayentes	48
Anexo 19.	Cambio de atrayentes en las trampas colocadas	49
Anexo 20.	Trampas colocadas con el cambio de los atrayentes	49
Anexo 21.	Insectos de <i>R. palmarum</i> capturados	50
Anexo 22.	Tabla de los datos registrados.....	50

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Eficacia de la feromona sintética sola y asociada con atrayentes naturales para captura del picudo negro (<i>Rhynchophorus palmarum</i>), en Palma Africana (<i>Elaeis guineensis</i>)”
Autor:	Francisco Gutenbertg Barreiro Cagua
Palabras clave:	Palma africana; <i>Rhynchophorus palmarum</i> (picudo negro); atrayentes naturales; trampeo.
Resumen:	El picudo negro <i>Rhynchophorus palmarum</i> es considerada una importante plaga en el cultivo de palma africana, realizar la captura masiva de éste insecto a través del uso de trampas es una de las alternativas ampliamente utilizadas para reducir sus poblaciones a niveles que no afecten el desarrollo de las plantas, la captura de estos insectos permite reducir la posibilidad de transmisión de enfermedades tales como el anillo rojo causada por el nematodo <i>Bursaphelenchus cocopilus</i> que es transportado por el picudo negro y que causa amarillamiento y secamiento progresivo de las hojas inferiores, llegando hasta as hojas jóvenes y causando la muerte de la planta en pocos meses. La presente investigación se realizó en la Hacienda “Sociedad de Hecho Predios Aceiteros Mal Paso”, vía a Puerto Nuevo Km 20, Parroquia Monterrey, cantón La Concordia, Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas. El estudio tuvo como objetivo determinar la eficacia de la feromona sintética sola y asociada con atrayentes naturales para captura del picudo negro (<i>R. palmarum</i>) en el cultivo de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i>). Para la distribución de los tratamientos en el campo se utilizó el diseño experimental Cuadrado Latino, para la comparación de las medias entre tratamientos de las variables seleccionadas se aplicó la prueba de Tukey ($p=0.05$). Se realizaron evaluaciones a los 3, 8 y 15 días después de la instalación de las trampas con feromona sintética sola y combinada con atrayentes naturales, además, se colocó trampas únicamente con la aplicación de atrayentes naturales de piña, caña de azúcar y pedúnculo de palma. Transcurrido el primer periodo de evaluación se procedió al cambio de los atrayentes naturales y se registraron los datos a los 3, 8 y 15 días. Con el presente trabajo determinamos que la acción combinada de la feromona sintética con los atrayentes naturales ejerce un mayor control, capturando 11 insectos de picudo negro en los primeros 8 días con la combinación de feromona más piña e incluso fue posible capturar otros insectos de relevante importancia como el picudo rayado (<i>Metamasius hemipterus</i>) que a niveles poblacionales elevados ocasiona perjuicios en el cultivo de palma africana.
Descripción:	hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URL	

Introducción

La Palma Africana es uno de los principales cultivos en el Ecuador, debido a la importancia representada por el aceite comestible extraído que se consume en el mercado interno y que exporta a varios países. Según FEDAPAL (2017), en Ecuador existen aproximadamente 257.121 ha sembradas de palma africana, de las cuales 216.430 se encuentran en la Provincia de Esmeraldas convirtiéndola en la zona de mayor producción del país.

El picudo negro (*Rhynchophorus palmarum*), constituye como una plaga severa de gran importancia económica debido a que sus larvas barrenan los tejidos internos del estipe y cogollo de la palma ocasionando la muerte de la planta por el daño al meristemo principal o por la pudrición causada por microorganismos oportunistas. Además, éste insecto es considerado el principal vector del PC (Pudrición de cogollo) y del nemátodo *Bursaphelenchus cocophilus*, causante de la enfermedad anillo rojo (AR).

El picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) es otra plaga presente en las plantaciones de palma africana, en poblaciones no controladas ocasiona daños a la planta, reconocido por su relación con la dispersión de la enfermedad anillo rojo problema de grave impacto al cultivo, por lo que su control merece la atención al momento de implementar medidas sanitarias dentro de la plantación.

La captura en masa utilizando feromonas y atrayentes naturales es una alternativa de control en las poblaciones de este insecto, permitiendo a los mismos agricultores esperar el tiempo de mayor actividad y sacrificar a los adultos capturados manualmente, reduciendo e incluso descartando la utilización de productos químicos, que al ser aplicados de manera excesiva perjudican a los enemigos naturales contaminan el ambiente y aumentan los costos de producción. Motivo el cual es necesario buscar alternativas viables que generen mayor eficacia al momento de controlar las poblaciones de picudo negro en Palma Africana, mediante la utilización de atrayentes naturales o cebos que potencialicen el efecto de la feromona sintética y así obtener mejores resultados de control amigables al ambiente y a la economía del productor.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la Investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Diversos sectores de la costa ecuatoriana, donde se cultiva palma africana son afectados por enfermedades e insectos plagas como *Rhynchophorus palmarum* (picudo negro) que perjudica el correcto desarrollo de la planta debido a su acción como barrenador o vector de enfermedades entre ellas la pudrición de cogollo (PC) y anillo rojo.

El uso de trampas en el cultivo de palma africana es una práctica que en los últimos años se destaca como alternativa ecológica para reducir la incidencia del picudo negro, estableciendo un mejor control de ésta plaga. Gestionando una adecuada instalación y adecuación de las trampas se lograría aumentar las capturas de picudo permitiendo un manejo eficiente y reduciendo la probabilidad de afectaciones por enfermedades influyendo positivamente en la producción del cultivo.

1.1.2. Formulación del problema

¿Lograría la feromona sintética ejercer un mayor desempeño en capturas de picudo negro al combinarla con atrayentes naturales, si fuera el caso de que forma ejercería un mejor control sola o combinada?

1.2. Objetivo General

Determinar la eficacia de la feromona sintética sola y asociada con atrayentes naturales para captura del picudo negro (*Rhynchophorus palmarum*) en palma africana (*Elaeis guineensis*).

1.2.1. Objetivos específicos

- Determinar el tratamiento de mayor eficacia en la captura de insectos en el cultivo de palma aceitera.
- Establecer el atrayente natural que presente mayores capturas de *Rhynchophorus palmarum*.
- Identificar en las capturas realizadas otros insectos de interés económico para el cultivo de palma.

1.3. Justificación

El presente trabajo de investigación permitirá evidenciar que en la zona de La Concordia el cultivo de palma aceitera es afectado por plagas en las que destaca *Rhynchophorus palmarum* (picudo negro). Este insecto provoca la aparición de graves enfermedades en el cultivo de palma, tales como, la pudrición del cogollo y anillo rojo, las mismas que se pueden prevenir con la utilización de trampas para a capturas de vectores. Las trampas deben ubicarse en puntos estratégicos en la plantación para establecer un área eficiente de control.

Por este motivo es necesario, determinar la eficacia de la feromona sintética sola y asociada con atrayentes naturales para captura de *Rhynchophorus palmarum* (picudo negro) en palma africana (*Elaeis guineensis*). La presente investigación se ejecuta utilizando diferentes tratamientos con la finalidad de identificar el mejor resultado entre los tratamientos establecidos y así finalmente determinar la proporción de capturas de insectos. A través de este estudio se pretende disminuir el impacto ambiental ocasionado por la excesiva aplicación de productos químicos en el cultivo de palma.

Con los resultados obtenidos de esta investigación se podrá disponer de alternativas muy eficaces en el control de este insecto, beneficiando a un gran grupo de agricultores que tienen a la palma aceitera como cultivo principal en sus predios agrícolas, además de producir información necesaria para futuras investigaciones en este cultivo.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Palma Africana

La palma Africana es una planta perteneciente a la familia Arecaceae, originaria del Golfo de Guinea (África Occidental) y actualmente se encuentra distribuida en las regiones tropicales de América y Asia. De su fruto se extrae aceite, siendo fuente natural de vitamina E, tocoferoles y tocotrienoles (actúan como protectores del envejecimiento de las células, la arteriosclerosis y el cáncer); además se lo utiliza como biocombustible, considerado como el aceite más consumido en el mundo (Sinagap, 2013).

Para los países tropicales, *E. guineensis* JACQ representa una alternativa de excelentes perspectivas para el futuro. Este cultivo produce 10 veces más del rendimiento de aceite proporcionado por la mayoría de los otros cultivos oleaginosos y con materiales genéticos más recientes la diferencia en rendimiento es cada vez mayor y los problemas de salud achacados a las grasas hidrogenadas tendrán que abrirle paso al aceite de palma para la fabricación de productos a base de origen vegetal (Saenz, 2006).

En Ecuador, el cultivo de palma ocupa el segundo lugar en Latinoamérica, después de Colombia, por producción de aceite crudo de palma y ocupa el séptimo lugar como productor a nivel mundial. La geografía del Ecuador determina, en gran medida, dónde se cultiva la palma de aceite (Potter, 2011).

El país tiene tres zonas principales: en el oeste, la llanura costera del Pacífico y estribaciones menores de los Andes; en el centro, la cordillera andina, entre ella varios picos volcánicos. Al este, extensas áreas boscosas bajas, que forman parte de la cuenca del Amazonas. El área de cultivo de palma africana se encuentra ocupando la llanura costera del pacífico (Potter, 2011).

El cultivo de palma africana en Ecuador se inició en la zona de La Concordia en la década de los años 50, las plantaciones se fundaron con material de *Elaeis guineensis* Dura Deli. Posteriormente, se mejoró el material para obtener una mayor producción por unidad de superficie y se obtuvo la segregación de plantas Pisíferas locales que sirvieron para la obtención del híbrido INIAP-Ternerera, abasteciéndose con palmas madres (Duras) y padres (Pisíferas) locales, material que se encuentra disperso y cultivado en la mayoría de zonas cultivables con Palma Africana Vegas *et al.* (2016).

2.1.1. Clasificación taxonómica de la Palma Africana

La clasificación taxonómica de la Palma africana se detalla en la Tabla 1 según la clasificación del científico Hutchinson (Melado, 2008):

Tabla 1: Clasificación taxonómica de la Palma Africana.

Clasificación taxonómica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Arecales
Familia	Arecaceae
Genero	<i>Elaeis</i>
Especie	<i>Elaeis guineensis</i> JACQ.

Elaborada: Autor

2.1.2. Características botánicas

2.1.2.1. Sistema radicular

Según Muralles (2011), es de forma fasciculada, con gran desarrollo de raíces primarias que parten del bulbo de la base del tallo en forma radial.

Presenta un sistema radical muy desarrollado, distribuido principalmente en los primeros 50 cm de suelo, se trata de un órgano voluminoso, de unos 80 cm aproximadamente, y que profundiza entre 40 y 50 cm en el suelo (Surre y Ziller, 1969).

Las raíces que se ramifican de forma radial y horizontal, se dividen según su diámetro y su posición jerárquica en primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias (Purvis, 1956; Hartley, 1983).

2.1.2.2. Tallo

El tallo o tronco de la palma aceitera requiere para su desarrollo de tres a cuatro años, una vez que ha tenido lugar casi todo el crecimiento horizontal de las raíces. Se eleva a razón de unos 25 a 30 cm al año (Surre & Ziller, 1969). Es de forma cilíndrica y cubierto con las bases de las hojas de los años anteriores, el diámetro es normalmente de 45-68 cm, la circunferencia es más o menos de 355 cm, pero la base del tallos es un poco más gruesa, las bases de inserción de los pecíolos que permanecen vivos durante un largo tiempo, forman gruesas escamas que dan al árbol su aspecto característico (ASD, 2006).

El tallo funciona como un órgano de sostén vascular y de almacenamiento. Según la variedad puede alcanzar una altura de hasta 30 m, pero en otras no llega a más de 15 o 18 m. y el que comunica las raíces con el penacho de hojas que forman a la planta de palma (Hartley, 1983).

2.1.2.3. Hojas

El tronco de la palma aceitera está coronado por un penacho de hojas, cada una de estas tiene una longitud entre 5 y 8 metros y puede llegar a un peso de 5 a 8 kg. En condiciones normales las plantas adultas pueden sostener en el tronco de 40 hasta 56 hojas por planta, produciendo entre 20 y 30 hojas por año, obteniendo una proporción de 3 hojas por cada racimo producido. Y la mayoría de las palmas adultas producen un promedio de entre dos y tres hojas nuevas al mes (Quesada, 1997).

La hoja es pinnada simple, con folíolos lineales a cada lado del pecíolo, este puede dividirse en dos zonas, el raquis que lleva los folíolos y el pecíolo que es mucho más corto que el raquis y produce solo espinas laterales. En la unión del pecíolo con el raquis se encuentran pequeños folíolos con vestigios de láminas. La longitud de los pecíolos varía enormemente, en la palma africana pueden llegar a medir hasta 12 m (Hartley, 1983).

Usualmente se obtiene una proporción de 3 hojas por cada racimo producido. La mayoría de las palmas adultas producen un promedio entre dos y tres hojas nuevas cada mes. Si se mira desde arriba, se observa que en la mayoría de las palmas el espiral del estípite corre en sentido de las agujas del reloj de arriba hacia abajo (ASD, 2006).

2.1.2.4. Inflorescencia

Las especies de *Elaeis* tienen inflorescencias axilares unisexuales, las primeras aparecen aproximadamente a los tres años y a partir de esa edad hay una por cada hoja que se abre. La relación ideal entre flores femeninas y masculinas es de 3:1. En palmas adultas la flor está formada 33 - 34 meses antes de la antesis (ASD, 2006).

Las flores se presentan en espigas aglomeradas en un gran espádice (espata que protege a una inflorescencia de flores unisexuales) que se desarrolla en la axila de la hoja. La inflorescencia masculina está formada por un eje central, del que salen ramillas o espigas llamadas dedos, cilindros y largos, con un total de 500 a 1500 flores estaminadas, que se asientan directamente en el raquis de la espiga, dispuestas en espiral. Las anteras producen abundante polen con un característico olor a anís (Muralles, 2011).

La inflorescencia femenina es un racimo globoso, de apariencia más maciza que la masculina, sostenido por un pedúnculo fibroso y grueso, que lleva en el centro un raquis esférico en el que se insertan numerosas ramillas o espigas, cada una con 6 a 12 flores. La flor femenina presenta un ovario esférico tricarpelar coronado por un estigma trífido cuyas caras vueltas hacia fuera están cubiertas por estructuras receptoras del polen (Muralles, 2011).

2.1.3. Cosecha

Es la operación más importante, delicada y costosa en el proceso de producción del cultivo de palma, tiene como meta principal obtener la máxima cantidad de aceite por hectárea de la mejor calidad, a bajo costo, menor acidez y tratando de utilizar las prácticas más beneficiosas y menos dañinas para el complejo suelo planta. La cosecha representa el 25% al 30% de los costos de operación del cultivo (Regalado, 2009).

2.1.4. Condiciones agroecológicas

Para el INIAP (2014) se debe tener en cuenta los siguientes requerimientos agroecológicos que están detallados en la Tabla 2, para el establecimiento de la plantación de palma

aceitera ya que de esta manera se podrá tener un cultivo con menor incidencia de enfermedades.

Tabla 2. Requerimientos climáticos y edáficos del cultivo de la Palma africana (*E. guineensis*).

Requerimientos climáticos y edáficos	
Pendiente	Suelos planos, suaves, regulares y ligeramente ondulados (0-5, 5-12 %)
Profundidad	0,60 m
Textura	Franco limoso, franco arcilloso (<35 % de arcilla), franco arcilloso limoso, Franco arcilloso arenoso, Franco arcilloso (<35%), Arcilloso, Arcilloso arenoso, Arcilloso limoso.
pH	5,6 - 6,5 ligeramente ácido a 6,6 - 7,4 neutro
Drenaje	Bueno, moderado
Precipitación	1500 a 3000 mm.
Temperatura	24-26°C, promedio anual
Altitud	0 a 600 m.s.n.m.

Elaboración: Autor

2.1.5. Picudo negro (*Rhynchophorus palmarum*)

El picudo *R. palmarum* es una de las principales plagas que afectan a la palma aceitera, este insecto es particularmente dañino porque además del daño directo causado por larvas, también es vector del nematodo *Rhadinaphelenchus cocophilus*, cuyo ataque provoca la aparición del síntoma o la enfermedad llamada “anillo rojo” en el interior del tallo (Espinoza, 2012).

Es un insecto conocido como el picudo negro de las palmas, debido a que su cabeza de los adultos se prolonga hacia adelante terminando en un pronunciado pico curvado ventralmente es de color negro y varía su tamaño entre 2 y 5 cm (Aldana, 2015).

Estos insectos se observan comúnmente en cultivos de palma en horas temprana en la mañana y al final de la tarde, pero son más activos hacia las 11 pm aparecen con frecuencia

en la bases peciolares de las palmas que han sido podadas, cosechadas, enfermas por la pudrición del cogollo (PC) además estos insectos pueden vivir tres o más meses (Aldana, 2015).

El insecto adulto posee una alta capacidad de desplazamiento, pudiendo volar grandes distancias atraído por las exudaciones de las heridas hechas en la planta, por roedores o por prácticas agrícolas como poda, cosecha y castración. Con la renovación de plantaciones se incrementan las poblaciones del insecto, pues los estípites (tronco) constituyen lugares de cría para la plaga (INIAP, 2014).

2.1.5.1. Ciclo biológico

El ciclo biológico del picudo de las palmas se lleva a cabo dentro del hospedante con una duración de 3 a 4 meses. Inicia con la llegada de la hembra fecundada a una planta sana, donde oviposita alrededor de 2014 huevos, en heridas del tallo o los peciolo, esta acción dura aproximadamente 45 días (Mora, 2016).

2.1.5.2. Huevo

Los huevos son de color crema, ovoides, miden en promedio de 2.5mm por 1mm. Las hembras dejan pequeños orificios en el tejido de la palma durante la ovoposición, en los cuales colocan los huevos en posición vertical, 1mm de profundidad y que protegen con un tapón de sustancias cerosas de color marrón este estadio tiene un tiempo aproximado entre 4 a 7 días (Aldana, 2015).

2.1.5.3. Larva

Las larvas son ápodas, es decir que no tiene patas. Cuando emergen del huevo pueden medir 3,4 mm de longitud. El cuerpo es ligeramente curvado ventralmente. Su color es blanco cremoso (Aldana *et al*, 2011), y la cabeza de color pardo y cambian a rojo antes de empupar. Poseen mandíbulas bien desarrolladas y esclerotizadas, en su máximo desarrollo alcanza de 4,5 a 6,0 cm de longitud (INIAP, 2014).

Las larvas, según lo descrito por Hagley (1965), pasan por un número de nueve a diez instares los cuales tienen una duración de aproximadamente 42 a 62 días. En sus últimos

instares, estas larvas de *R. palmarum* pueden llegar a alcanzar una longitud de aproximadamente 5 a 6 cm.

2.1.5.4. Pupa

Las larvas del noveno instar, próximas a empupar, se ubican en la periferia de las bases peciolares y forman un capullo con fibras en tejido vertical. En estado de pupar permanecen de 30 a 45 días para que el adulto posteriormente emerja. Una vez formado el adulto, permanece en el capullo de 7 a 11 días antes de abandonar (Aldana, 2015).

2.1.5.5. Adulto

Son picudos de color negro, con el cuerpo en forma de bote. Miden entre 4 y 5 cm de longitud aproximadamente y 1,4 cm de ancho. La cabeza es pequeña y redondeada con un característico y largo rostro curvado ventralmente (pico) (Aldana *et al*, 2011).

El adulto vive entre 45 a 60 días, este escarabajo grande de color negro aterciopelado, presenta un aparato bucal (pico o rostro largo) curvado ventralmente, como en otras especies de Curculionidae. El macho es de menor tamaño que la hembra y posee un penacho de pelos en la parte superior del pico (INIAP, 2014).

2.1.6. Daños de *R. palmarum*

Este insecto puede provocar daños directos e indirectos. En el daño directo, la larva realiza galerías hacia el interior de los tejidos, consume gran cantidad de material y produce daños muy extensos. Si los sitios de ataque ocurren cerca del meristemo apical, pueden llegar a matar a la palma, o causar deformaciones, las cuales producen la anomalía conocida como "Hoja Pequeña" (INIAP, 2014).

Afecta el estípite y perfora el cogollo, el daño indirecto y de más peligro, es cuando el insecto actúa como vector del nemátodo *Bursaphelenchus cocopilus*, que es el causante de la enfermedad "Anillo Rojo", de elevada incidencia en nuestro país y es de carácter letal. El nemátodo se puede encontrar en las larvas, pupas y adultos de *R. palmarum*, tanto interna como externamente. En las larvas se detecta en el intestino, el hemocele y la

tráquea y en los adultos en el intestino, la cavidad del cuerpo y el ovopositor (Carrillo *et al*, 2015).

En palma aceitera, los síntomas son similares a los que se presentan en el cocotero, provocando el secamiento de las hojas en forma ascendente, las más viejas a las más jóvenes, las que se doblan y quedan colgadas. Las últimas hojas en secarse son las más jóvenes, quedando en ocasiones erecta solo la flecha; afecta la formación de racimos provocando pudrición (INIAP, 2014).

2.1.7. Rango de hospederos

El picudo de palma (*R. palmarum*) tiene como principal hospedero a la palma aceitera (*E. Guinensis*) de la cual se alimenta de los tejidos blandos del cogollo de palmas afectadas por la enfermedad PC y de las bases peciolares. Este insecto que es atraído por el aroma generado por la planta, como adulto también tiene varias fuentes alimenticias frutales siendo atraído en especial por la caña de azúcar (*Sacharum officinarum*), banana (*Musa paradisiacas*) y papaya (*Carica papaya*) (Londoño, 2018).

Los estudios sobre la dinámica de poblaciones e insectos permiten determinar los factores que causan las mayores fluctuaciones en el tamaño de las poblaciones y aquellos factores que la regulan, se define a la dinámica poblacional como el estudio del cambio en la distribución y abundancia de la población a través del espacio y del tiempo, al ser un insecto cuya temperatura corporal depende de la temperatura ambiental (poiquiloterms), que vive poco tiempo. De acuerdo a esto en la dinámica del picudo existe un pico de actividad de vuelo matutino y uno vespertino; los adultos son más activos entre las 7 – 11 am y 5 – 7 pm (Motta *et al.*, 2008).

2.1.8. Alternativas de manejo

La captura masiva del picudo negro de las palmas es la única manera actualmente disponible para reducir las poblaciones del picudo y en consecuencia, reducir la transmisión de la enfermedad del anillo rojo, que ha causado la muerte de cientos de miles de palmas. Lamentablemente, el trampeo no ha logrado una aceptación generalizada entre

los productores y pocos lo usan de forma debida (Lohr & Parra, 2014). La situación de altas poblaciones de *R. palmarum*, no es solo el resultado de PC, sino el resultado de un pésimo manejo de las poblaciones del insecto y de la eliminación no adecuada de palmas enfermas (Aldana de la Torre *et al.*, 2011).

Para este insecto como vector del agente causal del Anillo rojo y como plaga directa se realizan prácticas de manejo dirigidas a disminuir sus poblaciones y la incidencia de la enfermedad. Estas prácticas están basadas en la captura de adultos utilizando trampas con atrayentes y la eliminación de palmas enfermas para evitar su reproducción o la diseminación del agente causal de AR (Motta *et al.*, 2008).

2.1.9. Captura de adultos

Una alternativa de control que se ha desarrollado es el uso de trampas con la finalidad de atraer y capturar adultos y de este modo disminuir sus poblaciones (CENIPALMA, 2010).

Para la captura de *R. palmarum* se debe usar una trampa adecuada, que consta de un recipiente y como atrayentes feromona sintética de agregación Rhynchophorol y tejidos vegetales de plantas hospederas. Estos deben sustituirse periódicamente en función del tiempo que duren activos en campo. La eficiencia del trampeo dependerá de la ubicación de las trampas, su distribución en el área de la plantación, la densidad de trampeo, el mantenimiento de las trampas y el entrenamiento del personal encargado, (CENIPALMA, 2010).

Los trabajos realizados por Cenipalma han mostrado que el diseño de la trampa tiene un efecto significativo de adultos de este insecto. Desde los años 90 se han realizado evaluaciones de diferentes tipos de trampas tendiendo a mejorar su eficiencia, (CENIPALMA, 2010).

2.1.10. Tipos de control

El método de control más usado se basa en la captura de los adultos en trampas con cebos, tales como restos del tejido de palmera, piña o caña de azúcar. Los insectos son atraídos a

las trampas y entonces mueren por los productos químicos (methomyl, triclorfon y pirimifos-ethyl). Las versiones más modernas de la trampa usan feromonas de agregación naturales o sintéticas, que ayudan a atraer a los insectos. Está demostrado que los machos producen una feromona de agregación, que atrae a los machos y hembras por igual, identificaron la feromona 2(E) 6-methy-2.hepten-4-ol, la que fue denominada Rhyncophorol (Rodríguez *et al.*, 2010).

2.1.10.1. Biológico

Se reportan dos especies de parasitoides que atacan larvas y pupas de esta plaga: *Paratheresia menezesi* en Brasil y *P. rhynchophori* en Argentina, Brasil y Nicaragua. Por otro lado, se cuenta con un nemátodo *Praecocilenchus raphidophorus* que es un parásito obligado que ataca a las larvas de *R. palmarum*:. Para El Salvador, se reporta la presencia de *Xanthopygus cognatus* Sharp (Coleoptera; *Staphylinidae*), que depreda a huevos y pequeñas larvas (Sermeño *et al.*, 2005).

2.1.10.2. Cultural

Básicamente el control cultural es de carácter preventivo y de manejo de las plantaciones ya que una vez establecido el insecto, los daños se evidencian tardíamente y son irreversibles. Se deben evitar heridas innecesarias por prácticas agrícolas de rutina de ocurrir esto cubrir la herida con Benfuracarb 250 a 300 ml por cada 100 litros de agua (Carrillo *et al.*, 2015).

Una planta enferma constituye un foco de diseminación tanto para la enfermedad como para la reproducción de *R. palmarum*, llegándose a convertir en un problema entomológico para los cultivos vecinos (Londoño, 2018).

En el caso del anillo rojo a conservarse en los tejidos de palma enferma, siguen siendo fuente de inóculo para el insecto; por tanto en los cultivos donde se observe el proceso epidémico de las enfermedades y pudrición de cogollo o infectivo de la plaga, se debe erradicar la palma tanto enferme como son síntomas iniciales, pues el corte rutinario de hojas facilita la dispersión rápida de la enfermedad (Londoño, 2018).

2.1.10.3. Etológico

Implementar un sistema de trapeo inundativo principalmente para reducir poblaciones de adultos. Las trampas pueden ser construidas con recipientes plásticos de 10 a 20 litros de capacidad, en los cuales se realizan ventanas en la parte superior en dos de las cuatro caras del recipiente dejando el área cortada como cubierta o visera a fin de evitar la entrada del agua, a cada trampa añadirle atrayentes alimenticios como trozos de piña, caña de azúcar y feromonas a base de Rhychophorol (feromona producida por el macho), la misma que quedará suspendida con un alambre de 20 cm de largo ubicada en el centro de la tapa. Las trampas se deben colocar en zonas boscosas y en la periferia de la plantación cada 100m lineales. Si la población de insectos son altas se debe colocar una trampa cada 1 o 2 ha, (Carrillo *et al*, 2015).

2.1.10.4. Químico

El control de esta plaga en campo se fundamenta en el uso desmedido de insecticidas de síntesis química, los cuales no son selectivos con la plaga de interés afectando a polinizadores y controladores biológicos; además, su tasa de biodegradabilidad es muy baja acumulándose en el suelo y afectando micro organismos fijadores de nitrógenos, micorrizas y microorganismos descomponedores de la materia orgánica sin mencionar su alto costo y la afectación a la salud pública de los operarios (Rodríguez *et al.*, 2017).

Cuando se renuevan plantaciones, es importante que en los cortes de troncos aplicar Benfuracarb 250 a 300 ml en 100 litros de agua cada 15 días por tres meses. Las plantas que presentan síntomas de "Anillo Rojo" deben tumbarse, partirlas y quemarlas (INIAP, 2014).

2.1.11. Uso de trampas para la captura de *R. palmarum*

El uso de trampas como alternativa de control, se ha venido desarrollando con la finalidad de atraer y capturar adultos y de este modo disminuir sus poblaciones. Para la captura de *R. palmarum* se usan trampas, que constan de un recipiente plástico y como atrayentes la feromona sintética de agregación y tejidos vegetales de plantas hospederas, los que deben

sustituirse periódicamente en función del tiempo que duren activos en campo. La eficiencia de trampeo dependerá de la ubicación de las trampas en el sitio y su distribución en el área de la plantación, la densidad de trampeo, el mantenimiento de las trampas y el entrenamiento del personal encargado. La trampa tipo galón es eficiente en la captura del picudo del cocotero, la cual consiste en un recipiente de un galón al cual se le abren cuatro ventanas a los costados, adentro se coloca cebo y colgada del tapón la feromona (Calderon, 2016).

No obstante, la fabricación de algunas de estas trampas es laboriosa y el costo por unidad alto. La pérdida de trampas por robo puede ser alta cuando el recipiente usado puede tener otros usos para los trabajadores y visitantes casuales a la plantación. Cabe indicar que se tiene en consideración sobre la efectividad de una trampa que utiliza caña de azúcar y la feromona de agregación producida por el macho (Chinchilla & Oehlschlager, 1992).

2.1.11.1. Trampeo masivo

Se realizan trampeos masivos para disminuir la presión de la plaga y controlar los niveles de población. En trampeos masivos la cantidad de trampas a utilizar depende de la densidad del palmeral y el nivel de infestación, utilizar una densidad de trampas de 4-10/Ha. Como regla general deben disponerse las trampas en cuadros separados a unos 50 metros de distancia aproximadamente y supervisar las trampas periódicamente para reforzar aquellos lugares donde las capturas sean más elevadas y reemplazar los difusores cuando sea necesario añadiendo agua y atrayentes conforme sea conveniente (AO MIDORI, 2014).

Existen una serie de diseño de trampas para adultos de *R. palmarum* elaboradas con tallos de palmas u otros vegetales, o con recipientes artificiales, aunque aquellos diseños recomendados son escasos y con excepción de uno solo, requieren el uso de insecticidas químicos para su funcionamiento, lo que conlleva a que éstos insecticidas ocasionan la muerte de otros organismos atraídos por los cebos alimenticios, incluido especies de vertebrados, además que contaminan el medio ambiente cuando se desechan junto con el cebo de renovación, o se producen lluvias que disuelven los tóxicos que se vierten hacia el exterior en trampas expuestas a ellas (Sumano *et al.*, 2012).

2.1.12. Cebos vegetales

Los machos cuando detectan el olor a fermento, liberan la feromona de agregación que atrae tanto hembras como machos, respondiendo al instinto de alimentación de agregación Ryncoforol y los cebos vegetales en las trampas logrando que los insectos migren hacia la fuente de atracción, de este modo los insectos caen en la trampa (Calderón, 2014).

2.1.12.1. Caña de azúcar

La caña de azúcar es utilizada como cebo vegetal para atraer insectos como el picudo negro, la caña debe encontrarse en estado maduro y esto se determina cuando la concentración de los azúcares es similar a la base en la homogeneidad de los componentes de los sólidos solubles a lo largo del tallo o dependiendo de la humedad en la cual se encuentre el mismo (García, 2007).

La caña de azúcar presenta características determinadas en cuanto a su composición nutricional y química, ya que poseen un alto contenido de fracciones de pared celular, alta concentración de sacarosa y otros azúcares solubles, sin embargo, la caña es baja en proteína y minerales (Aguirre *et al.*, 2010).

2.1.12.2. Piña

Madurez en la maduración de la piña los cambios más significativos que ocurren en este proceso son el cambio de color, olor y textura sin destruir la fruta disminuyendo el contenido de clorofila e incrementando la síntesis de pigmentos de color amarillo, naranja y rojo carotenoides y antocianinas (García *et al.*, 2011).

La piña está compuesta mayoritariamente por un 85-90% de agua y de 8 a 10% de azúcares de los cuales dos terceras partes se encuentran en forma de sacarosa 7,90%; 2,3% como glucosa y 8,0% fructosa. Su contenido de grasa y proteína es muy bajo mientras que presenta un 87% de ácido cítrico (Jiménez, 2014). Según Landero *et al.*, (2015), en cultivo de palma de coco en Tabasco se ha reportado que la piña, combinada con la feromona de agregación sintética rincoforol y el insecticida metomillo, es un cebo eficaz para la captura

del picudo negro, debido a que la piña e incluso los tallos de coco producen etanol y acetato de etilo que son cruciales en condiciones de campo para atraer a los adultos de *R. palmarum* a corta distancia, incluso los volátiles generados por el efecto de la fermentación fueron importantes para propiciar que los picudos penetraran en las trampas.

2.1.13. Feromona sintética de agregación

El trampeo con feromonas es una técnica desarrollada aprovechando una de las características biológicas de los picudos, ya que se comunican por una sustancia química y su agudo sentido del olfato. Esta sustancia es producida por los machos y tanto machos como hembras reaccionan al percibirla y se dirigen a la fuente del olor, por lo que es denominada feromona de agregación sirviendo de orientación a distancia hasta de 250 metros, pero por sí sola no es suficiente para un trampeo eficiente, por lo que es necesario adicionalmente una fuente de alimento que sea atractiva para los picudos, por lo que en una trampa sin cebo alimenticio los picudos son atraídos pero no entran en ella (Lohr & Parra, 2014).

Las feromonas son compuestos orgánicos que sirven para la comunicación entre individuos de la misma especie, son biológicamente activas en cantidades muy pequeñas e induce cambios en el comportamiento de los individuos receptores. Los machos de *R. palmarum* emiten una feromona para atraer individuos de ambos sexos. Esta feromona, conocida como Rhynchopchorol se utiliza dentro del trampeo de adultos como una alternativa de monitoreo y control de este picudo, la vida útil de esta feromona en condiciones de campo, es de tres meses, por lo que se recomienda renovarla cumplido este tiempo (CENIPALMA, 2018).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización del Experimento

El presente proyecto de investigación se realizó en la Hacienda Sociedad de Hecho Predios Aceiteros “Mal Paso” vía Puerto Nuevo km 20, en la Parroquia Monterrey, cantón La Concordia de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas propiedad del Arq. Enrique Ledesma

Los datos y valores promedios de acuerdo a las características climáticas y edafológicas se encuentran detallados en la Tabla 3.

Tabla 3: Características climáticas y edafológicas del sitio experimental¹.

Datos	Valores medios
Clima	Tropical húmedo
Temperatura	24.20 °C
Precipitación anual	3295 mm
Heliofanía	739 horas luz año-1
Humedad relativa	88 %
Topografía	Irregular
Drenaje	Bueno
Textura	Franco
pH	6.5

3.2. Materiales y Equipos

Equipos y materiales que se utilizaron en el desarrollo de la investigación.

3.2.1. Material genético

El experimento se desarrolló en una plantación de palma aceitera cuya edad oscilaba entre 2 y 8 años, sembrada a 8 x 8.5 metros de distancia entre plata e hilera, obteniendo una densidad poblacional de 147 plantas por hectárea, con sistema de siembra en triángulo.

¹ Sistema Nacional de Información, GAD Parroquial de La Concordia.

3.2.2. Material experimental

- Feromona sintética
- Piña
- Caña de azúcar
- Pedúnculo de palma

3.2.3. Equipos

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| • 49 trampas plásticas | • Letreros |
| • Machete | • Fundas plásticas |
| • Piola | • Computador personal |
| • Recipientes plásticos (20 l) | • Saquillos de plásticos |
| • Alambres | • Estacas |
| • Marcador permanentemente | • Hojas bon y lapicero |

3.3. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo experimental, en la cual, se manejan variables bajo condiciones controladas.

3.4. Factores en Estudio

Se estudió un solo factor constituido por la feromona sintética sola y combinada con atrayentes naturales.

3.4.1. Tratamientos

Se evaluaron siete tratamientos de los cuales se empleó la utilización de la feromona sintética sola y combinada con los atrayentes naturales correspondientes al pedúnculo de palma, piña y caña de azúcar, los cuales también se evaluaron de forma individual. Los tratamientos utilizados se describen a continuación (Tabla 4).

Tabla 4: Tratamientos establecidos en la investigación experimental.

Tratamientos	
Nº	Descripción
1	Trampa con pedúnculo de palma
2	Trampa con piña
3	Trampa con caña de azúcar
4	Trampa con feromona sintética
5	Trampa con feromona sintética + Piña
6	Trampa con feromona sintética + Caña de azúcar
7	Trampa con feromona sintética + Pedúnculo de palma

3.5. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño Cuadrado Latino debido a la irregularidad en la topografía del terreno donde se efectuó el experimento, evaluando los siete tratamientos establecidos en filas y columnas. Todas las variables en estudio fueron sometidas al Análisis de Varianza empleando la prueba de Tukey al 5 %, para determinar las diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos. A continuación se presenta el esquema del Análisis de Varianza (Tabla 5):

Tabla 5: Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA).

Fuente de variación		gl
Filas	$t - 1$	6
Columnas	$t - 1$	6
Tratamientos	$t - 1$	6
Error	$T - f - c - t$	30
Total	$n - 1$	48

3.6. Manejo del Experimento

Antes de la instalación de los tratamientos se identificó las plantas a utilizar en el experimento. Se prepararon las trampas de acuerdo a los tratamientos especificados utilizando la feromona sintética en combinación con los atrayentes naturales o utilizados

separadamente. Las trampas se colocaron en el mes de Junio del 2018 utilizando recipientes plásticos de 20 litros para la captura de los picudos, después de su instalación se procedió a tomar datos a los 3, 8 y 15 días.

Transcurridos los 15 días de evaluación se procedió al cambio de los atrayentes naturales, manteniendo la feromona sintética utilizada al inicio del experimento, se procedió a realizar la segunda evaluación a los 3, 8 y 15 días después de haber cambiados los atrayentes naturales.

3.7. Datos a Tomar y Formas de Evaluación

3.7.1. Número de picudos negros por tratamiento a los 3, 8 y 15 días

Se registró el número total de insectos por trampa, teniendo en cuenta el total de picudos negros en las fechas indicadas para cada evaluación a los 3, 8 y 15 días.

3.7.2. Número de picudos rayados por tratamiento a los 3, 8 y 15 días

Se registró en las trampas evaluadas las capturas de picudos rayados (*Metamasius hemipterus*) en los días respectivos de evaluación.

3.7.3. Eficacia de los tratamientos

Se calculó la eficacia de los tratamientos establecidos de acuerdo al número total de insectos registrados a los 3, 8 y 15 días después de la instalación de las trampas en campo, considerando el número de insectos capturados en las fechas de evaluación en función del total de insectos monitoreados en cada trampa. Para el efecto, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Eficacia de la trampa} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de insectos por trampa}}{\text{Total de insectos capturados}} * 100$$

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Número de picudos negros a los 3, 8 y 15 días de la colocación de las trampas

A los 3 días de instalación de las trampas el tratamiento con Feromona + Piña registró el mayor número de picudos negros capturados, con un promedio de 3 insectos, estadísticamente superior a los demás tratamientos con registros que oscilaron entre 0 a 2 insectos por trampa. A los 8 días después de instalación de las trampas el tratamiento 5 con Feromona + Piña aumenta su actividad atrayente mostrando alta superioridad estadística frente a los demás tratamientos, registrando un promedio de 11 insectos capturados. Transcurrido 15 días se registró significancia estadística para los tratamientos, manteniendo la trampa con Feromona + Piña con superioridad a los demás atrayentes, no obstante, el promedio de picudos a 2 insectos, estadísticamente igual al tratamiento con Feromona + Caña de azúcar que registró un promedio de 1 insecto capturado.

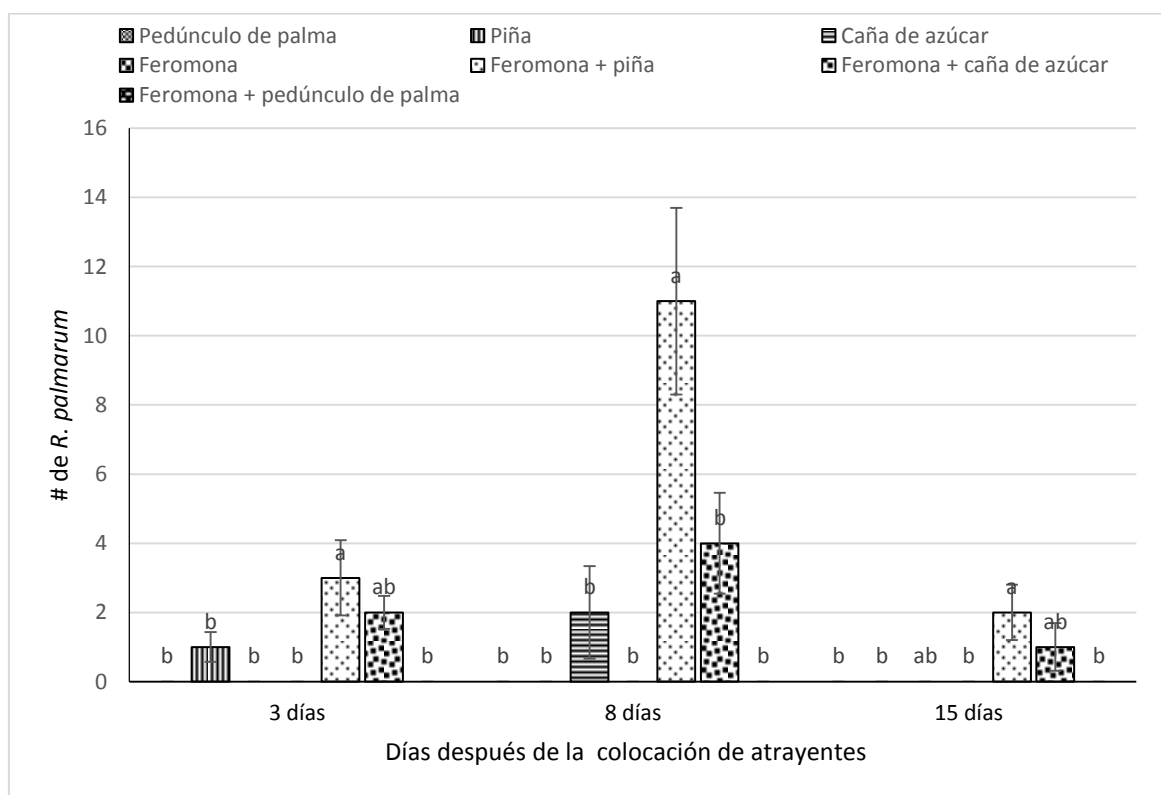


Figura 1. Número de adultos de picudo negro (*R. palmarum* L.) capturados por diferentes atrayentes a los 3, 8 y 15 días después de la colocación de las trampas. Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (prueba de Tukey).

4.1.2. Número de picudos negros a los 3, 8 y 15 días después del cambio de los atrayentes naturales

A los 3 días posteriores a la instalación de las trampas, el tratamiento con Feromona + Piña reflejó el promedio mayor de picudos capturados con 3 insectos capturados, frente a los demás tratamientos cuyos valores oscilaron entre 0 y 2 insectos. 8 días después el tratamiento con Feromona + Piña registró el mayor promedio de picudos capturados con 5 insectos, estadísticamente igual al tratamiento de Feromona + Caña de azúcar con un valor de 3 insectos capturados, ambos superiores en relación a los demás tratamientos. A los 15 días de la colocación de las trampas, los tratamientos redujeron su eficiencia al no presentar variabilidad estadística entre las combinaciones realizadas con la feromona sintética y atrayentes naturales, y no registrando insectos capturados.

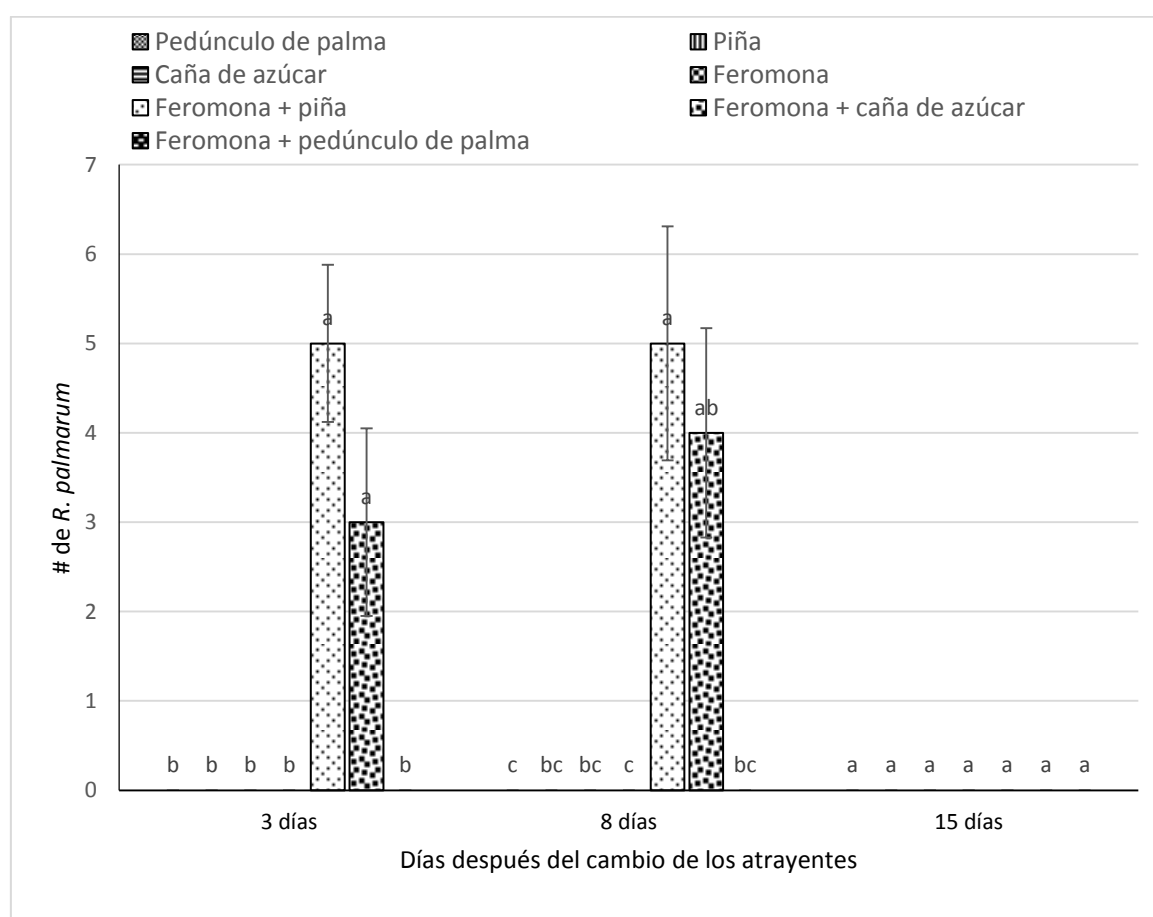


Figura 2. Número de adultos de picudo negro (*R. palmarum* L.) capturados por diferentes atrayentes a los 3, 8 y 15 días después del cambio de los atrayentes de las trampas. Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (prueba de Tukey).

4.1.3. Número de picudos rayados a los 3, 8 y 15 días después de la colocación de las trampas

En el día 3 posterior a la instalación de las trampas, el tratamiento 6 compuesto por Feromona + Caña de azúcar registró un promedio de 62 insectos de *M. hemipterus* capturados, estadísticamente superior a los demás tratamientos con promedios oscilantes de entre 0 a 51 insectos. A los 8 días de la instalación el mayor promedio en número de *M. hemipterus* capturados se registró en el tratamiento 5 con Feromona + Piña con 23 individuos, estadísticamente superior a aquellos tratamientos que registraron promedio de insectos de entre 0 a 15 individuos capturados. Luego de los 15 días de evaluación la capacidad en captura de insectos se redujo obteniendo en el tratamiento con caña de azúcar 8 insectos, estadísticamente igual al tratamiento 2 a base de Piña con 7 individuos capturado, siendo estos superiores a los demás tratamientos.

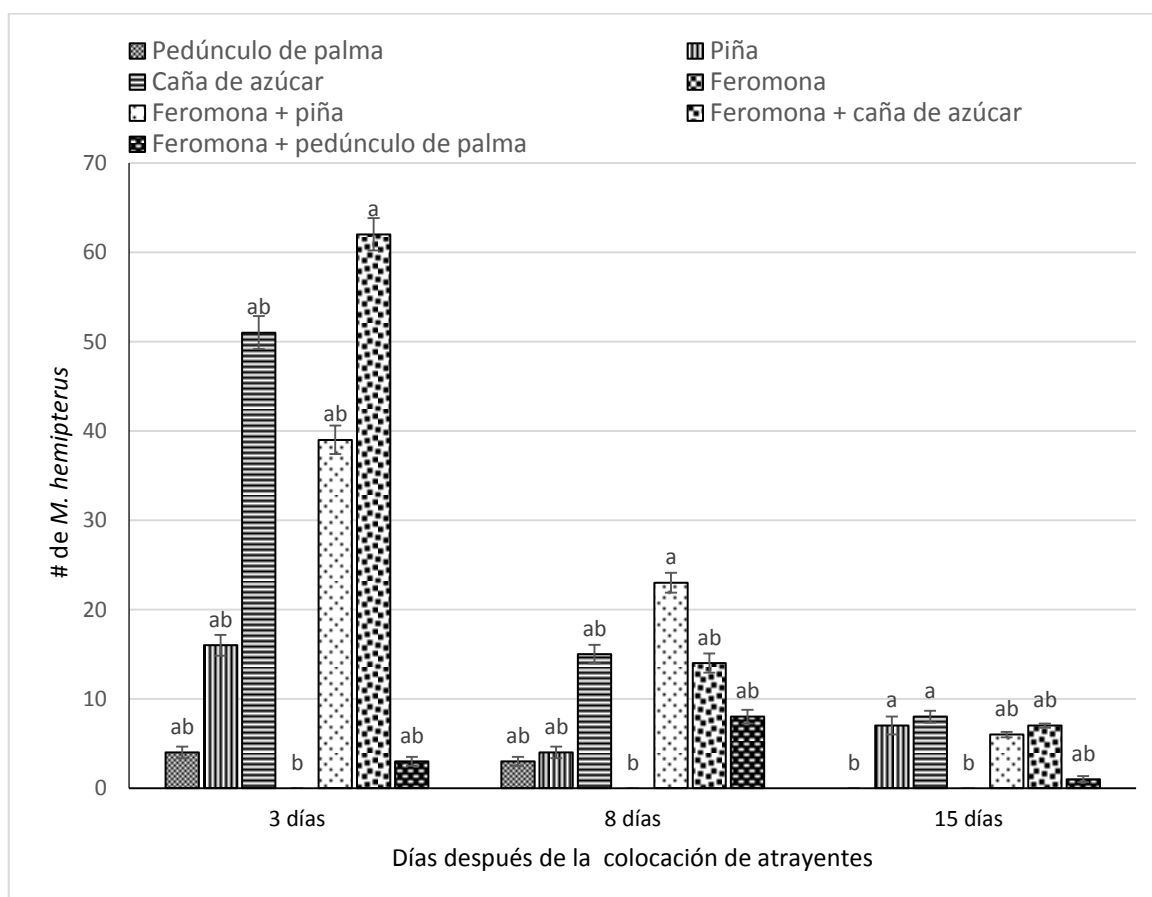


Figura 3. Número de adultos de picudo rayado (*M. hemipterus*) capturados por diferentes atrayentes a los 3, 8 y 15 días después de la colocación de las trampas. Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias. (Prueba de Tukey al 5%).

4.1.4. Número de picudos rayados a los 3, 8 y 15 días después del cambio de los atrayentes naturales

A los 3 días de colocación de los nuevos atrayentes naturales el tratamiento con Piña registró 65 insectos de *M. hemipterus* capturados, estadísticamente igual al tratamiento con Feromona + Piña con 50 insectos, superior a los demás tratamientos cuyos valores estuvieron entre 6 y 50 insectos capturados. Después de 8 días el tratamiento con Feromona + Piña obtuvo el mayor promedio de capturas con 44 insectos, estadísticamente igual al tratamiento compuesto por Piña con un promedio de insectos de 38, superior a las demás trampas que registraron promedios entre 3 y 38 picudos obtenidos. Transcurridos 15 días desde la instalación, los registros en capturas descendieron, logrando el tratamiento con Caña de azúcar registrar 6 insectos de *M. hemipterus*, superior a los demás tratamientos, tomando en cuenta que durante todo el proceso de evaluación el tratamiento con Feromona no registró ningún valor de captura.

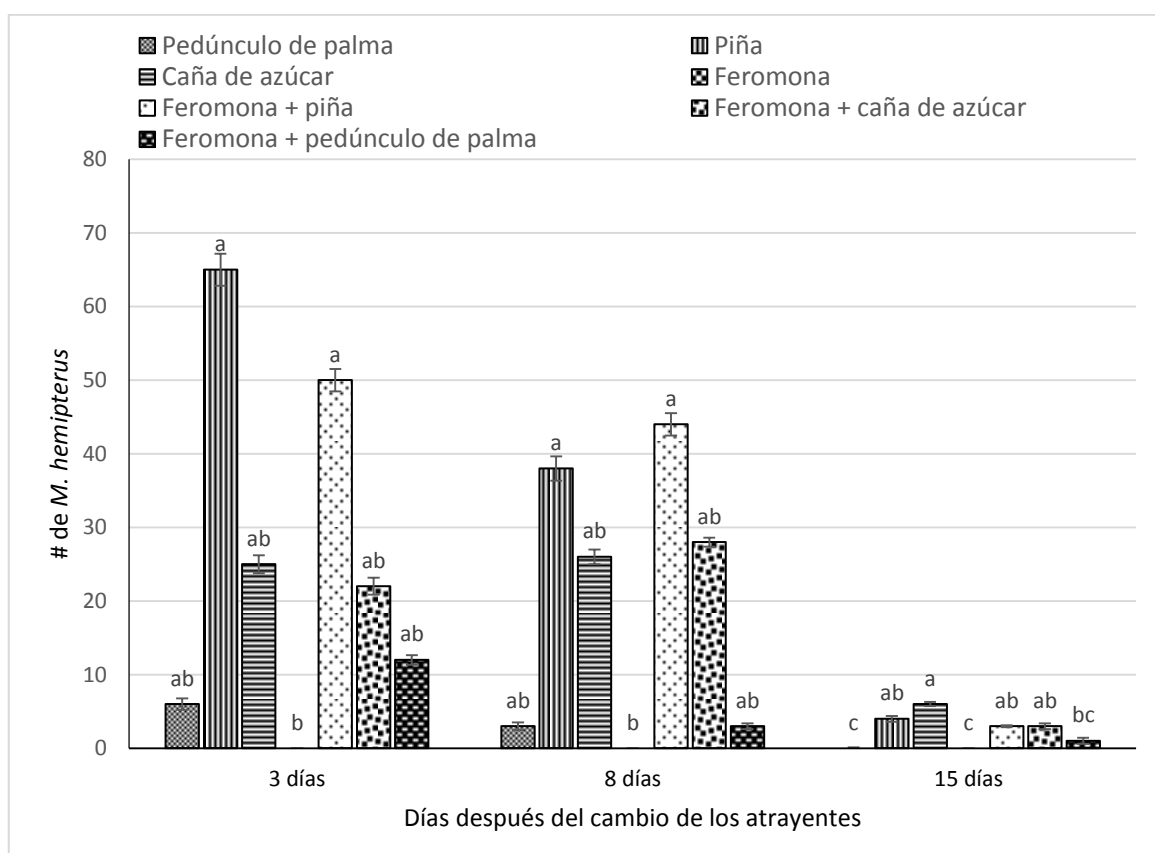


Figura 4. Número de insectos de *M. hemipterus* capturados por diferentes atrayentes a los 3, 8 y 15 días después del cambio de los atrayentes de las trampas. Las barras de error indican $\pm$ ES; letras diferentes indican diferencias. (Prueba de Tukey al 5%).

4.1.5. Porcentaje de eficacia de los tratamientos a los 3, 8 y 15 días después de la colocación de trampas y cambio de atrayentes naturales

En la Tabla 6 se presentan los promedios de acuerdo a los tratamientos establecidos en la captura del picudo negro, se logró evidenciar que el tratamiento con Feromonas + Piña registró el porcentaje de eficacia más alto en el transcurso de la evaluación con 54 %, 63 % y 54 % a los 3, 8 y 15 respectivamente después de la instalación de las trampas.

Al realizar el cambio de atrayentes observamos que a pesar de que el tratamiento de Feromona + Piña continuó siendo eficiente para la captura de picudo negro se registró una disminución en el número de insectos capturados, especialmente a los 8 y 15 días de evaluación.

Tabla 6: Porcentaje de eficacia de los tratamientos a los 3, 8 y 15 días en la eficacia de la feromona sintética sola y asociada con atrayentes naturales para captura del picudo negro, *Rhynchophorus palmarum*, en palma africana, *Elaeis guineensis*, 2018.

Tratamientos		Eficacia (%)					
N°	Trampas	Evaluación 1			Evaluación 2		
		3 d	8 d	15 d	3 d	8 d	15 d
1	Pedúnculo de palma	0	0	0	2	0	0
2	Piña	10	1	0	3	5	20
3	Caña de azúcar	0	12	4	0	5	0
4	Feromona	0	0	0	0	0	0
5	Feromona + piña	54	63	54	60	49	40
6	Feromona + caña de azúcar	28	23	42	35	38	40
7	Feromona + pedúnculo de palma	8	1	0	0	3	0

4.2. Discusión

La utilización de feromonas sintéticas asociadas con atrayentes naturales se posiciona como una práctica efectiva para el control de picudo negro en palma africana, generando un mayor dominio de la plaga dentro del cultivo, pues al bajar la población de éste insecto se logra minimizar la acción como vector de la enfermedad “Anillo rojo” (Carrillo, (2015).

El picudo negro en su estadio adulto es atraído por compuestos volátiles que emanan de las palmas con heridas (Ávila, 2016), por este motivo, entre los atrayentes naturales para su captura se destaca la utilización del pedúnculo de palma. Entre los atrayentes que también se los utilizan para la captura del picudo negro se registra caña de azúcar y piña (Lohr y Parra, 2014; Moya *et al.*, 2015).

En esta investigación, la trampa más eficiente para la captura de picudo negro fue la trampa de Feromona + Piña que registró un promedio superior de 3.0 picudos en el primer tiempo de evaluación y 5.14 en la segunda evaluación correspondiente al cambio de atrayentes naturales en relación con lo obtenido con la aplicación de la feromona sintética sola a los 3 días de la instalación. Transcurrido 8 días el mismo tratamiento generó un promedio superior de 10.86 y 4.57 picudos en la trampa 1 y 2 respectivamente, reduciendo su número de capturas a los 15 días de la instalación de las trampas. Coincidiendo con Scovino (2010) y Moya *et al.*, (2015), quienes advierten que para la captura de *R. palmarum* se debe usar trampas adecuadas con atrayentes como la feromona sintética más tejidos vegetales de plantas hospederas realizando una sustitución periódica, según su permanencia en el campo.

Además de la captura de *R. palmarum* fue posible observar otras especies atraídas por los tratamientos. Entre los insectos atraídos encontramos a *M. hemipterus*. Para la captura de *M. hemipterus* los tratamientos en los que se utilizó feromona sintética + Piña, Feromona + Caña de azúcar, Piña y Caña de azúcar registraron promedios de control superiores a los tratamientos de Pedúnculo + Feromona. No fue posible capturar insectos con feromona sin atrayentes posiblemente a que no existió etanol y acetato de etilo como en los tratamiento de feromona más piña, que son cruciales en condiciones de campo para atraer a los adultos de *R. palmarum*.

De acuerdo con Calvache *et al.*, (1994) afirman que los cebos utilizados como caña de azúcar + melaza y agua y la agregación de feromonas sintéticas son utilizadas para la captura de ambas especies *R. palmarum* y *M. hemipterus*. Además Vivas (2016), destaca la utilización de la piña como cebo en la utilización de trampas debido a los cambios fisiológicos que ocurren durante la maduración de ésta, permitiendo atraer mayor cantidad de insectos. El uso de piña es una alternativa eficiente para utilizarla en trampas para monitoreo y control del picudo negro.

Los resultados del porcentaje de eficiencia están directamente relacionados con el número de insectos capturados en las trampas, por este motivo el tratamiento de Feromonas + Piña registró el porcentaje de captura más alto entre los tratamientos evaluados.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El tratamiento que resultó más eficiente para la captura de *R. palmarum* fue el de Feromona + Piña el cual alcanzó la captura de un promedio de 5 insectos capturados debido a los compuestos bioquímicos de la piña que resultan más atractivos para los insectos, aumentando su eficiencia a los 8 días logrando capturas de hasta 11 insectos.
- No se obtuvo captura de *R. palmarum* y *M. hemipterus* utilizando feromona sin atrayente natural. Aparentemente los atrayentes naturales pueden potencializar el efecto de captura de estas especies.
- Los tratamientos compuestos por la feromona sintética más caña de azúcar y la piña sin feromona sintética también demostraron ser eficientes para la captura de *M. hemipterus* (Picudo rayado) insecto que también es considerado como vector de anillo rojo en la palma aceitera, alcanzando a los 8 días capturas de 62 insectos en trampas compuestas por feromona + caña de azúcar.
- La adición de atrayentes naturales a la feromona sintética utilizada en trampas de captura, potencializan la efectividad de este método de control de insectos en el cultivo de palma aceitera.
- La feromona sintética + piña presentó mayor eficiencia en el control del picudo negro superando en 50 % de eficacia en los días evaluados después de la instalación de las trampas.

5.2. Recomendaciones

- Utilizar la feromona sintética siempre acompañadas de atrayente natural como piña o caña de azúcar para mejorar la eficiencia en la captura de *R. palmarum*.
- Utilizar trampas forradas con saquillos plásticos para facilitar la entrada de los insectos a la trampa.
- Realizar más investigaciones sobre la importancia de instalar trampas con atrayentes naturales como medida del control poblacional de picudos negros.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- Aldana de la Torre, R. C., Aldana de la Torre, J. A., & Moya, O. M. (2011). ICA. Obtenido de Manejo del picudo *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae): [https://www.ica.gov.co/getattachment/19e016c0-0d14-4412-af12-03eecfe398f2/Manejo-del-picudo--Rhynchophorus-palmarum-L--\(Cole.aspx](https://www.ica.gov.co/getattachment/19e016c0-0d14-4412-af12-03eecfe398f2/Manejo-del-picudo--Rhynchophorus-palmarum-L--(Cole.aspx)
- Aguirre, Magaña, Martínez, Gómez, Ramírez, & Barajas. (2010). Caracterización nutricional y uso de la caña de azúcar y residuos transformados en dietas para ovinos. *Zootecnia tropical*, 489-497 P.
- Aldana, R. (2015). ¿Qué es el *Rhynchophorus palmarum*? En J. A. Rosa Cecilia Aldana de la Torre, *El Anillo rojo en palma de aceite*. (págs. 11-15). Bogotá.
- AO MIDORI. (2014). AO MIDORI Biocontrol. Obtenido de http://www.aomidoribiocontrol.com/AoM32/index.php?option=com_content&view=article&id=203:feromonas-rhypha&catid=24&lang=es&Itemid=144
- ASD. (2006). Antecedente y Generalidades de la Palma. Costa Rica: Agricultural Services & Development.
- Calderón, D. (2014). Evaluación de densidades de trapeo para la captura del picudo del cocotero (*Rhynchophorus palmarum*; Curculionidae); flores Costa Rica, Quetzal Tenango sistematización de práctica profesional. Coatepeque: Universidad Rafael Landívar. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/06/17/Calderon-David.pdf>
- Calderon, D. (2016). Evaluación de cebos vegetales más feromonas en la captura del picudo negro (*Rhynchophorus palmarum*) con trampa en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) En la zona de Quevedo, 77 p. Quevedo, Los Rios, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Calvache, H., Mejia, A., Hernandez, M., & Muñoz, J. (1994). Acción de *Metamasius hemipterus* L. (Coleoptera: Curculionidae) en la transmisión del anillo rojo de la palma de aceite. Colombia : CENIPALMA.
- Carrillo, M., Cevallos, V., Cedeño, C., Gualoto, W., Mite, F., Navarrete, M., . . . Zambrano, W. (2015). Manejo de insectos plaga y enfermedades. (INIAP, Ed.) Santo Domingo- Ecuador: INIAP.
- CENIPALMA. (2010). Biología, hábitos y manejo de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Centro de Investigación en Palma de Aceite. Bogotá:

- Cenipalma, Fedepalma. Obtenido de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/boletines/article/download/10508/10498/>
- CENIPALMA. (2018). Cenipalma. Obtenido de www.cenipalma.org: <http://www.cenipalma.org/productos-especializados>
- Chinchilla, C., & Oehlschlager. (1992). Comparación de trampas para capturar adultos de *Rhynchophorus palmarum* utilizando la feromona de agregación producida por el macho. ASD Oil Palm Papers, 1(5), 9-14. Obtenido de http://www.asd-cr.com/images/PDFs/OilPalmPapers/Capturas_OPP_5_1992.pdf
- Espinoza, H. (2012). Hoja técnica. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, 1-3. Obtenido de http://www.fhia.org.hn/downloads/proteccion_veg_pdfs/hoja_tecnica_proteccion_vegetal13.pdf
- García. (2007). Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la caña panelera. Bogota, Colombia: Corpoica.
- García, García, Hernández, & Pérez. (2011). Estudio de la variación del índice de color durante la conservación de la piña variedad Cayena lisa a temperatura ambiente. Revista ciencias técnicas agropecuarias, 12-16 p.
- González, Ñ., & Camino, L. (1974). Biología y hábitos del mayate de la palma de coco *Rhynchophorus palmarum* (L.) en la Chontalpa Tabasco. Folia Entomológica Mexicana, 13-19.
- Hagley, E. (1965). On the life history and habits of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* L. Annals of the Entomological Society of America, 22-28.
- Hartley, C. (1983). "La palma de aceite". Mexico: Editorial Continental.
- INEC. (2000). III Censo Nacional Agropecuario. Ecuador en Cifras. Recuperado el 2018, de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/Tomo_CNA.pdf
- INIAP. (2014). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de <http://www.tecnologia.iniap.gob.ec:> <http://www.tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/molea/rpalma>
- INIAP. (2015). Manual del cultivo de la palma aceitera. Santo Domingo, Ecuador: INIAP - Estacion Experimental Santo Domingo.
- Jiménez, J. (Junio de 2014). Aprovechamiento de residuos celulósicos de piña para la producción de carbón activado. .

- Landero, I., Galindo, M., Leyva, O., Murguía, J., Presa, E., & García, M. (2015). Evaluación de cebos para el control de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) en cultivos de palmas ornamentales. *Agroecología*, 2(1), 112-118. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Miguel_Garcia-Martinez/publication/280568168_EVALUACION_DE_CEBOS_PARA_EL_CONTROL_DE_Rhynchophorus_palmarum_L_COLEOPTERA_CURCULIONIDAE_EN_CULTIVOS_DE_PALMAS_ORNAMENTALES/links/55ba4e2e08ae092e965da63b/EVALUACION-DE-CEBO
- Lohr, B., & Parra, P. (2014). Manual de trampeo del Picudo Negro de las Palmas *Rhynchophorus palmarum* en trampas de feromona adaptadas a la situación particular de pequeños productores de la costa del Pacífico colombiano. Cali - Colombia: Centro Internacional de Agricultura (CIAT).
- Londoño, J. P. (2018). Evaluación de la eficacia de trampas en el monitoreo y control del picudo negro de las palmas (*Rhynchophorus palmarum* L), en el sistema de producción de palma de chontaduro y café en el municipio de Riosucio departamento de Caldas. Risaralda: Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) - Tesis de pregrado.
- Melado, A. (Junio de 2008). Modelo de cultivo de la Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Honduras, 265 p. Madrid, España: Universidad Politécnica. Obtenido de http://oa.upm.es/1671/1/PFC_ANGELA_MELADO_HERREROS.pdf
- Mexzón, R., Chinchilla, C., Castrillo, G., & Salaman, D. (1994). Biología y hábitos de *Rhynchophorus palmarum* L. asociado a la palma aceitera en Costa Rica. *ASD Oil Palm Papers*, 14 - 21.
- Mora, G. (2016). Picudo rojo de las palmas *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier. Ficha Técnica No. 15 - SAGARPA, 1-23.
- Motta, D., Aldana, R., Franco, P., & Rairán, N. (2008). Anillo rojo – Hoja corta. Colombia: Cenipalma.
- Moya, O., Aldana, R., & Bustillo, A. (2015). Eficacia de trampas para capturar *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Dryophthoridae) en plantaciones de palma de aceite. *Revista Colombiana de Entomología*, 41(1), 18-23. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v41n1/v41n1a04.pdf>
- Murallas, A. d. (2011). Evaluación del efecto bioestimulante y nutricional de global organic® con diferentes frecuencias de aplicación sobre el rendimiento del cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq) y servicios prestados en finca Sejú, el

- estor, Izabal, Guatemala, C. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado el 14 de Agosto de 2017, de http://www.infoagro.com/herbaceos/oliaginosas/palma_africana_aceitera_coroto_de_guinea_aabora.htm
- Potter, L. (2011). La industria del aceite de palma en Ecuador: ¿un buen negocio para los pequeños agricultores? Eutopia, 20 p.
- Purvis, C. (1956). The root system of the oil palm: its distribution, morphology and anatomy. West Africa Institute for Oil Palm Research. WAIFOR.
- Quesada, G. (1997). Cultivo e industria de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*). Ministerio de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina: MAG,INTA.
- Regalado, F. (2009). Recuperado el 19 de Septiembre de 2017, de [www.coapalmaecara.com:](http://www.coapalmaecara.com/files/03%20Manejo%20de%20la%20palma%20africana.pdf)
<http://www.coapalmaecara.com/files/03%20Manejo%20de%20la%20palma%20africana.pdf>
- Rodríguez, H., Marulanda, J., & Amaya, C. (Junio de 2017). Metodología de manejo de *Rhynchophorus palmarum* L., 1758 (Coleóptera: Curculionidae) a base de Cairomonas, feromonas y semioquímicos en plantaciones de Chontaduro (*Bactris gasipaes* (Arecaceae: Arecaceae)) en Riosucio, Caldas. Bolentín científico Centro de museos. Museo de historia Natural, 21(1), 59-67. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v21n1/v21n1a05.pdf>
- Rodríguez, H., Quirós, E., Domingo, A., Chico, R., & Porcelli, F. (2010). Presencia de *Centrouropoda almerodai* y *Glytholaspis* sp. (Acari: Uropodina, Macrochelidae) sobre el picudo negro del cocotero (*Rhynchophorus palmarum*) (Coleoptera: Curculionidae) en Panamá. Métodos en Ecología y sistemática, 7(2), 1-7. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Hector_Rodriguez_Morell/publication/284041668_Presencia_de_Centrouropoda_almerodai_y_Glytholaspis_sp_Acari_Uropodina_Macrochelidae_sobre_el_picudo_negro_del_cocotero_Rhynchophorus_palmarum_Coleoptera_Curculionidae_en_
- Saenz, L. (2006). Galeon. (IICA, Ed.) Recuperado el 21 de Julio de 2018, de [www.galeon.com:](http://www.galeon.com/subproductospalma/guiapalma.pdf) <http://www.galeon.com/subproductospalma/guiapalma.pdf>
- Sanchez, A., & Cerda, H. (1993). El complejo *Rhynchophorus palmarum* (L) (Coleoptera: Curculionidae) - *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) (Tylenchida:

- Aphelenchoididae), en Palmeras., 18vp. Maracay, Venezuela: Boletín de Entomología Venezolana.
- Sánchez , P., Jaffé, K., Hernández, J., & Cerda, H. (1993). Biología y Comportamiento del Picudo del Cocotero *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Boletín de entomología venezolana, 83- 93.
- Scovino, J. I. (2010). Biología, Hábitos Y Manejo de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Bogotá- Colombia: Cenipalma.
- Sermeño, J., Rivas, A., & Menjivar, R. (2005). Guía técnica de las principales plagas artrópodos y enfermedades de los frutales. El Salvador: Mag.
- Sinagap. (2013). Recuperado el 14 de Agosto de 2017, de sinagap.agricultura.gob.ec: http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/cultivo/2013/palma_af_ricana.pdf
- Sumano, D., Sánchez, S., Romero, J., & Sol, Á. (2012). Eficacia de captura de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Dryophthoridae) con diferentes diseños de trampas en Tabasco, México. Fitosanidad, 16(1), 43-48. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/265162762_EFICACIA_DE_CAPTURA_DE_RHYNCHOPHORUS_PALMARUM_L_COLEOPTERA_DRYOPHTHORI_DAE_CON_DIFERENTES_DISENOS_DE_TRAMPAS_EN_TABASCO_MEXICO
- Surre, C., & Ziller, R. (1969). "La palmera de aceite". Técnicas agrícolas y producciones tropicales (1era edición ed.). Barcelona: Blume.
- Vegas, A., Ortega, D., Gualoto, W., Paredes, E., Rebolledo, E., Quintero, L., & Ortega, J. (2016). Respuesta de la Palma Africana Híbrido INIAP-Tenera cultivada in vitro según el tipo de explante y niveles de ácido naftalenacético. Bioagro, 28(3), 193-200. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/857/85749314006.pdf>
- Vivas, S. (2016). Evaluación de cebos vegetales más feromonas en la captura del picudo negro (*Rhynchophorus palmarum*). En S. J. Resabala. Quevedo- Ecuador: U.T.E.Q.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Análisis de varianza del número de picudos negros a los 3 días después de la colocación de las trampas

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Filas	6,24	6	1,04	0,53	0,7812
Columnas	5,96	6	0,99	0,51	0,7992
Tratamientos	52,82	6	8,80	4,48	0,0024
Error	58,94	30	1,96		
Total	123,96	48			

Anexo 2. Análisis de varianza del número de picudos negros a los 8 días después de la colocación de las trampas

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Filas	67,63	6	11,27	0,91	0,5016
Columnas	33,92	6	5,65	0,46	0,8349
Tratamientos	670,78	6	111,8	9,02	<0,0001
Error	371,88	30	12,4		
Total	1144,2	48			

Anexo 3. Análisis de varianza del número de picudos negros a los 15 días después de la colocación de las trampas

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Filas	9,39	6	1,56	1,44	0,2334
Columnas	5,39	6	0,9	0,83	0,5597
Tratamientos	26,82	6	4,47	4,11	0,004
Error	32,65	30	1,09		
Total	74,24	48			

Anexo 4. Análisis de varianza del número de picudos negros a los 3 días después del cambio de los atrayentes naturales

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Filas	8,82	6	1,47	0,65	0,6917
Columnas	6,24	6	1,04	0,46	0,8331
Tratamientos	175,39	6	29,23	12,88	<0,0001
Error	68,08	30	2,27		
Total	258,53	48			

Anexo 5. Análisis de varianza del número de picudos negros a los 8 días después del cambio de los atrayentes naturales

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Filas	16,2	6	2,7	0,68	0,6638
Columnas	9,63	6	1,61	0,41	0,8687
Tratamientos	152,49	6	25,41	6,44	0,0002
Error	118,45	30	3,95		
Total	296,78	48			

Anexo 6. Análisis de varianza del número de picudos negros a los 15 días después del cambio de los atrayentes naturales

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Filas	0,98	6	0,16	1,30	0,2855
Columnas	1,27	6	0,21	1,68	0,1591
Tratamientos	1,27	6	0,21	1,68	0,1591
Error	3,76	30	0,13		
Total	7,27	48			

Anexo 7. Análisis de varianza del número de *M. hemipterus* a los 3 días después de la colocación de las trampas

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Filas	15107,10	6	2517,85	0,99	0,4516
Columnas	13456,82	6	2242,80	0,88	0,5220
Tratamientos	26739,10	6	4456,52	1,75	0,1444
Error	76543,80	30	2551,46		
Total	131846,82	48			

Anexo 8. Análisis de varianza del número de *M. hemipterus* a los 8 días después de la colocación de las trampas

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Filas	384,86	6	64,14	0,9	0,5062
Columnas	432,86	6	72,14	1,01	0,4345
Tratamientos	525,71	6	87,62	1,23	0,3177
Error	2132,57	30	71,09		
Total	3476	48			

Anexo 9. Análisis de varianza del número de *M. hemipterus* a los 15 días después de la colocación de las trampas

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Filas	941,39	6	156,9	0,58	0,7432
Columnas	1983,96	6	330,66	1,22	0,3225
Tratamientos	2607,96	6	434,66	1,61	0,1797
Error	8114,94	30	270,5		
Total	13648,24	48			

Anexo 10. Análisis de varianza del número de *M. hemipterus* a los 3 días después del cambio de los atrayentes

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Filas	11428,53	6	1904,76	0,82	0,5386
Columnas	14239,67	6	2373,28	1,07	0,4048
Tratamientos	23342,82	6	3890,47	1,75	0,1445
Error	66832,94	30	2227,76		
Total	115843,96	48			

Anexo 11. Análisis de varianza del número de *M. hemipterus* a los 8 días después del cambio de los atrayentes

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Filas	3757,27	6	626,21	0,39	0,8789
Columnas	8029,55	6	1338,26	0,84	0,5521
Tratamientos	13523,27	6	2253,88	1,41	0,2443
Error	48041,18	30	1601,37		
Total	73351,27	48			

Anexo 12. Análisis de varianza del número de *M. hemipterus* a los 15 días después del cambio de los atrayentes

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Filas	41,96	6	6,99	0,83	0,5572
Columnas	42,24	6	7,04	0,83	0,5532
Tratamientos	200,82	6	33,47	3,97	0,0049
Error	253,22	30	8,44		
Total	538,24	48			

Anexo 13. Análisis de varianza de la eficacia de los tratamientos a los 3 días después de la colocación de las trampas

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.00	1	0.00	0.00	>0.9999
Tratamientos	5743.86	6	957.31	56.87	0.00
Error	101.00	6	16.83		
Total	5844.86	13			

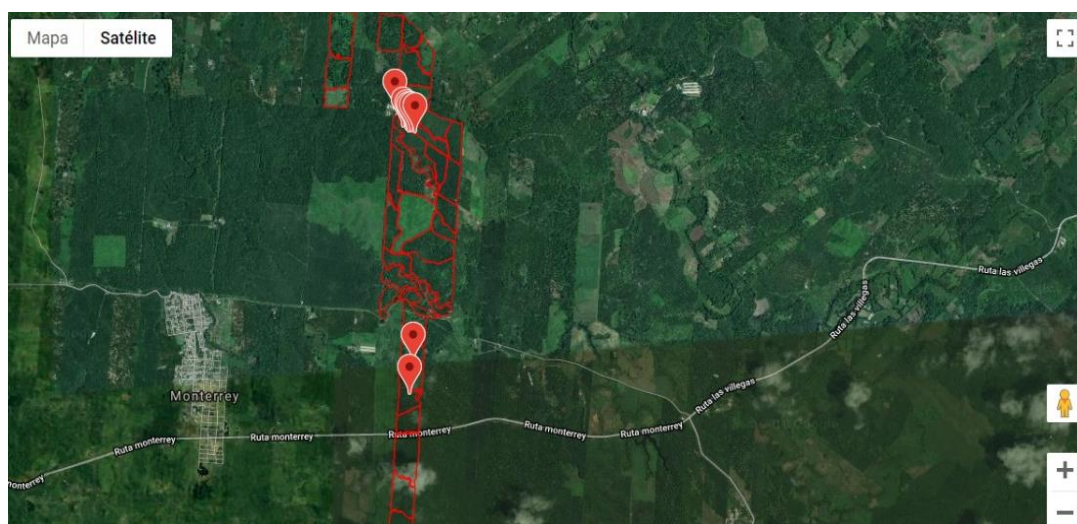
Anexo 14. Análisis de varianza de la eficacia de los tratamientos a los 8 días después de la colocación de las trampas

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.00	1	0.00	0.00	>0.9999
Tratamientos	5445.86	6	907.64	22.23	0.00
Error	245.00	6	40.83		
Total	5690.86	13			

Anexo 15. Análisis de varianza de la eficacia de los tratamientos a los 8 días después de la colocación de las trampas

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	28.57	1	28.57	0.31	0.60
Tratamientos	6317.86	6	1052.98	11.56	0.00
Error	546.43	6	91.07		
Total	6892.86	13			

Anexo 16. Ubicación geográfica de la hacienda “Sociedad de Hecho Predios Aceiteros Mal Paso”



Anexo 17. Colocación de las trampas con sus respectivos atrayentes



Anexo 18. Revisión de las trampas con sus respectivos atrayentes



Anexo 19. Cambio de atrayentes en las trampas colocadas



Anexo 20. Trampas colocadas con el cambio de los atrayentes



Anexo 21. Insectos de *R. palmarum* capturados



Anexo 22. Tabla de los datos registrados

9-0

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
T1							
T2							
T3							
T4							
T5							
T6							
T7							

Rhynchophorus palmarum

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
T1	0	0	0	0	0	0	0
T2	0	5	1	0	0	0	1
T3	0	0	0	0	0	0	0
T4	0	19	4	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0	0	0
T6	0	0	1	2	7	16	20
T7	1	0	0	0	11	15	6

Metamasius hemipterus

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
T1	0	0	0	0	15	3	12
T2	2	6	0	0	0	50	10
T3	5	15	20	2	0	100	100
T4	0	0	0	0	0	0	10
T5	10	10	15	12	0	200	25
T6	2	20	20	30	10	150	200
T7	1	0	0	0	1	15	3

strategus sp

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
T1	0	0	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0	0	0
T4	0	0	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0	0	0
T6	0	0	0	0	0	1	0
T7	0	0	0	0	0	0	0