



**Evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.),  
en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa.**

Cedeño Coello, Luis Antonio y Palomino Chafra, José David,

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Vaca Pazmiño, Eduardo Patricio, Mgs.

31 de agosto 2021



### Document Information

---

Analyzed document TESIS 3-CEDEÑO PALOMINO.23.08.2021.docx (D111523828)

Submitted	8/26/2021 5:47:00 PM
Submitted by	Guamán Guamán Rocío Noomí
Submitter email	rnguaman@espe.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	rnguaman.espe@analysis.arkund.com

### Sources included in the report

---

Santo Domingo, 31 de agosto del 2021



Escaneó digitalmente por:  
EDUARDO  
PATRICIO VACA  
PALMIÑO

---

Ing. Eduardo Patricio Vaca Palmiño Mg. Sc  
DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

CERTIFICADO DE DIRECTOR

Certifico que el trabajo de titulación, "EVALUACIÓN DE FEROMONAS COMERCIALES Y ACETATO DE ETILO EN EL MANEJO DE (*Rhynchophorus palmarum* L.), EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.) EN ÉPOCA LLUVIOSA" fue realizado por los señores Palomino Chafra, Jose David y Cedeño Coello, Luis Antonio el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo, 31 de agosto del 2021



Firmado digitalmente por:  
EDUARDO  
PATRICIO VACA  
PAZMIÑO

---

Ing. Eduardo Patricio, Vaca Pazmiño Mgs.

C. C: 1802127355

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, Palomino Chafia, Jose David y Cedeño Coello, Luis Antonio, con cédulas de ciudadanía n° 172303249-4 y 230028325-2, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: "EVALUACIÓN DE FEROMONAS COMERCIALES Y ACETATO DE ETILO EN EL MANEJO DE (*Rhynchophorus palmarum* L.), EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.) EN ÉPOCA LLUVIOSA" es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo, 31 de agosto del 2021

Palomino Chafia, Jose David

C.C.: 172303249-4

Cedeño Coello, Luis Antonio

C.C.: 230028325-2



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros, Palomino Chaffa, Jose David y Cedeño Coello, Luis Antonio, con cédulas de ciudadanía n° 172303249-4 y 230028325-2, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: "EVALUACIÓN DE FEROMONAS COMERCIALES Y ACETATO DE ETILO EN EL MANEJO DE (*Rhynchophorus palmarum* L.), EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.) EN ÉPOCA LLUVIOSA": en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Santo Domingo, 31 de agosto del 2021

Palomino Chaffa, Jose David

C.C.: 172303249-4

Cedeño Coello, Luis Antonio

C.C.: 230028325-2

## **Dedicatoria**

A Dios por permitirme luchar cada día, a mi madre Diana Pilar Chafra quien inculco determinación y valores en todos mis actos, a mis hermanos Marcelo, Viviana y Andrés que siempre confiaron en mí.

José David Palomino Chafra

A mis padres al señor José Ivan Cedeño Cedeño y la señora Delly Alexandra Coello Bozada, quienes fueron el pilar fundamental para formar mi carácter, valores, guiándome siempre para seguir por el camino del bien, enseñándome a luchar para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos Juan José Cedeño Coello y Carolay Alexandra Cedeño Coello, quien de una u otra manera me brindaron su apoyo.

A Dios, brindarme salud y bienestar para poder seguir adelante y disfrutar de las maravillosas cosas de la vida.

Luis Antonio Cedeño Coello.

### **Agradecimientos**

A la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe sede Santo Domingo, por convertirse en mi hogar durante todos aquellos años, y a las maravillosas personas que la conforman.

A mi tutor de tesis y amigo Ing. Patricio Vaca por brindarme de sus conocimientos y consejos para lograr alcanzar mis metas profesionales.

A nuestro director de carrera y amigo Ing. Marcelo Patiño, quien nos apoyó incondicionalmente para que logremos culminar cada uno de nuestros pendientes.

A mis amigos, cada día juntos es increíble.



A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, quien fue mi segundo hogar desde que inicie la carrera de Ingeniería Agropecuaria, a sus docentes que conforman esta prestigiosa Universidad que desde inicios de la carrera impartieron sus enseñanzas y valores para lograr cumplir con este objetivo.

A mis abuelos, al señor Luis Adolfo Coello Bravo y la señora Olay Bozada quienes fueron unos de los pilares para continuar con la carrera compartiendo sus experiencias, consejos y dando el cariño que solo ellos pueden dar.

A mis amigos de carrera quienes fueron mis consejeros en su debido momento, apoyándome en todo momento para seguir adelante.

Al ingeniero Patricio Vaca, quien fue un apoyo para poder ejecutar esta investigación, orientando de la mejor manera impartiendo sus conocimientos.

Luis Antonio Cedeño Coello.

## Índice De Contenidos

Carátula .....	1
Análisis Urkund .....	2
Certificación .....	3
Autorización de Publicación .....	5
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>6</b>
<b>Agradecimientos</b> .....	<b>8</b>
<b>Índice De Contenidos</b> .....	<b>10</b>
<b>Índice De Tablas</b> .....	<b>15</b>
<b>Índice De Figuras</b> .....	<b>16</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>20</b>
<b>Summary</b> .....	<b>21</b>
<b>Capítulo I</b> .....	<b>22</b>
<b>Introducción.</b> .....	<b>22</b>
<b>Capítulo II</b> .....	<b>24</b>
<b>Revisión De Literatura.</b> .....	<b>24</b>
Palma Aceitera .....	24
Morfología y Anatomía .....	26
Las raíces .....	26

	11
Tronco .....	26
Hojas .....	26
Inflorescencia .....	27
Fruto.....	27
Enfermedades de la Palma Aceitera. ....	27
Pudrición basal de estípites:.....	27
Complejo Pudrición de Cogollo (PC) .....	27
Marchitez Letal .....	28
Anillo Rojo .....	28
Plagas de la Palma Aceitera. ....	29
Plagas. ....	29
<i>Rynchophorus palmarum</i> L .....	30
Taxonomía del Insecto R. Palmarum. ....	31
TAXONOMÍA DEL INSECTO.....	31
Descripción.....	31
Características:.....	32
Metodos de trampeo .....	35
Diseño de trampas .....	36
Ubicación de las trampas .....	36
Feromonas sintetica de agregacion .....	37

	12
Feromona sintética de agregación RHYNCHOLURE .....	38
Feromona sintética de agregación PHEROCON .....	38
Acetato de Etilo .....	39
<b>Capitulo III</b> .....	<b>40</b>
<b>Materiales Y Métodos</b> .....	<b>40</b>
Ubicación del lugar de investigación:.....	40
Ubicaciones politicas, geograficas y ecologicas: .....	40
Predio 1: Finca la “Tormenta” .....	40
Predio 2: Finca “La Calderón” . .....	41
Predio 3: Finca “La Sexta” . .....	41
Materiales: .....	44
Materiales de Campo:.....	44
Materiales de Oficina:.....	44
Métodos: .....	44
Diseño experimental .....	45
Factores a probar: .....	46
Tratamientos a comparar.....	46
Repeticiones.....	47
Características de las unidades experimentales .....	48
Análisis estadístico: .....	49

	13
Esquema del análisis de varianza .....	49
Coefficiente de variación:.....	49
Análisis funcional:.....	50
Análisis económico:.....	50
Variables a evaluar: .....	50
Número de insectos capturados:.....	50
• Difusión de la kairomona: .....	51
• Costo beneficio: .....	52
Métodos específicos en el manejo del experimento.....	52
Calibración de los Difusores de Acetato de Etilo: .....	52
Implantación del Ensayo:.....	52
Elaboración del cebo vegetal: .....	53
Valoración del Trampeo en Campo: .....	53
<b>Capítulo IV</b> .....	<b>54</b>
<b>Resultados Y Discusión.</b> .....	<b>54</b>
Resultados registrados de la variable número de insectos capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de ( <i>Rhynchophorus palmarum</i> L.), en el cultivo de palma aceitera ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) en época lluviosa. ....	54
Número de insectos capturados a los 15 días .....	56
Número de insectos capturados a los 30 días .....	56

	14
Número de insectos capturados a los 45 días .....	59
Número de insectos capturados a los 60 días .....	62
Número de insectos capturados a los 75 días .....	65
Número de insectos capturados a los 90 días .....	68
Número de insectos capturados a los 105 días .....	71
Número de insectos capturados a los 120 días .....	73
Resultados registrados de la variable difusión de la kairomona en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de ( <i>Rhynchophorus palmarum</i> L.), en el cultivo de palma aceitera ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) en época lluviosa. ....	76
Difusión de la kairomona inicial .....	79
Difusión de la kairomona a los 15 días.....	79
Difusión de la kairomona a los 30 días.....	80
Difusión de la kairomona a los 45 días.....	82
Difusión de la kairomona a los 60 días.....	82
Porcentaje de volatilidad de las feromonas.....	83
Análisis de los Costos/Beneficios .....	86
<b>Capítulo V</b> .....	<b>87</b>
Conclusiones .....	87
Recomendaciones .....	88
<b>Bibliografía:</b> .....	<b>89</b>

## Índice De Tablas

<b>Tabla 1.</b> Taxonomía del Insecto R. Palmarum. ....	31
<b>Tabla 2.</b> <i>Diferentes tipos de atrayentes feromonas y cebos de captura que se usaron en la investigación.</i> .....	46
<b>Tabla 3.</b> Codificación de los tratamientos implementados en la investigación .....	47
<b>Tabla 4.</b> Descripción del ADEVA del experimento en la Evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de ( <i>Rhynchophorus palmarum</i> L.), en el cultivo de palma aceitera ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) en época lluviosa. ....	49
<b>Tabla 5.</b> Formato de registro de número de insectos capturados. ....	51
<b>Tabla 6.</b> Análisis de varianza para la variable número de insectos capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de ( <i>Rhynchophorus palmarum</i> L.), en el cultivo de palma aceitera ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) en época lluviosa 2020. ....	55
<b>Tabla 7.</b> Registrados de la variable difusión de la kairomona.....	77
<b>Tabla 8.</b> Análisis de varianza para la variable difusión de la kairomona en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de ( <i>Rhynchophorus palmarum</i> L.), en el cultivo de palma aceitera ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) en época lluviosa 2020. ....	78
<b>Tabla 9.</b> <i>Determinación del costo de la elaboración de trampas para la captura del picudo negro en el cultivo de palma aceitera.</i> .....	85
<b>Tabla 10.</b> <i>Análisis de los costos de implantación por hectárea anual del sistema de trampeo de cada uno de los tratamientos a en el cultivo de palma aceitera.</i> .....	86

## Índice De Figuras

<b>Figura 1</b> Mapa de Ubicación del Área de Investigación. Mapa de ubicación geográfica de la investigación .....	43
<b>Figura 2</b> Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (cebo) a los 30 días en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de ( <i>Rhynchophorus palmarum</i> L.), en el cultivo de palma aceitera ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) en época lluviosa 2020. ....	57
<b>Figura 3</b> Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (feromona*cebo) a los 30 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de ( <i>Rhynchophorus palmarum</i> L.), en el cultivo de palma aceitera ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) en época lluviosa 2020. ....	58
<b>Figura 4</b> <i>Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (cebo) a los 45 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (<i>Rhynchophorus palmarum</i> L.), en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) en época lluviosa 2020.</i> .....	59
<b>Figura 5</b> <i>Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (feromona*cebo) a los 45 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (<i>Rhynchophorus palmarum</i> L.), en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) en época lluviosa 2020.</i> .....	61
<b>Figura 6</b> <i>Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (cebo) a los 60 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (<i>Rhynchophorus palmarum</i> L.), en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) en época lluviosa 2020.</i> .....	63



- Figura 7** Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (feromona\*cebo) a los 60 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020..... 64
- Figura 8** Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (cebo) a los 75 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020..... 65
- Figura 9** Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (feromona\*cebo) a los 75 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020..... 67
- Figura 10** Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (cebo) a los 90 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020..... 69
- Figura 11** Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (feromona\*cebo) a los 90 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020..... 70
- Figura 12** Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (cebo) a los 105 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en

*el manejo de (Rhynchophorus palmarum L.), en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en época lluviosa 2020..... 71*

**Figura 13** *Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (feromona\*cebo) a los 105 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (Rhynchophorus palmarum L.), en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en época lluviosa 2020..... 72*

**Figura 14** *Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (cebo) a los 120 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (Rhynchophorus palmarum L.), en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en época lluviosa 2020..... 74*

**Figura 15** *Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (feromona\*cebo) a los 120 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (Rhynchophorus palmarum L.), en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en época lluviosa 2020..... 75*

**Figura 16** *Prueba de Tukey para la variable difusión de la kairomona mediante el factor (cebo) en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (Rhynchophorus palmarum L.), en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en época lluviosa 2020.. 79*

**Figura 17** *Prueba de Tukey para la variable difusión de la kairomona mediante el factor (feromona\*cebo) en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (Rhynchophorus palmarum L.), en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en época lluviosa 2020. .... 80*

**Figura 18** Prueba de Tukey para la variable difusión de la kairomona mediante el factor (cebo) en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020. .81

**Figura 19** Prueba de Tukey para la variable difusión de la kairomona mediante el factor (feromona\*cebo) en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020. .... 81

**Figura 20** Determinación de la volatilización de las feromonas comerciales (*Rhyncholure* y *Pherocon*), en el proyecto de la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020. .... 83

## Resumen

Esta investigación tuvo el objetivo de evaluar la eficiencia de dos feromonas comerciales y acetato de Etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum*), para el cultivo de palma aceitera en época lluviosa, en los meses de febrero a junio del 2020. Se trabajó en tres localidades ubicadas en los sectores de mayor producción de palma aceitera que son: La Concordia, predio La Calderón, coordenadas: 17 S 66386 9993153, Esmeraldas predio La Tormenta, coordenadas: 17 N 65600 1267, Puerto Quito predio La Sexta coordenadas: 17 N 693894 32872. Se utilizó un DBCA, con un arreglo Bifactorial de 3 x 2, con 3 bloques, los cuales se replicaron en cada predio donde los tratamientos fueron T1: Rhyncholure + Cebo, T2: Rhyncholure + Cebo + Acetato de etilo, T3: Rhyncholure + Acetato de etilo, T4: Pherocon + Cebo, T5: Pherocon + Cebo + Acetato de etilo, T6: Pherocon + Acetato de etilo, El área evaluada fue de 134,42 ha. Se evaluó el número total de insectos capturados, determinación del sexo en porcentaje de *Rhynchophorus palmarum*, la difusión de las kariomonas, y el análisis económico de los tratamientos desde la implantación de las feromonas y su eficiencia en la captura de los insectos. El número de individuos capturados de (*Rhynchophorus palmarum* L.), presentó diferencias significativas en Tratamiento 1 con 225,56 insectos capturados siendo el 60 % de su población hembras y el 40 % restante machos. El costo económico de este manejo por hectárea fue de \$1,11 al mes.

### Palabras clave:

- PALMA ACEITERA
- RHYNCHOPHORUS PALMARUM
- RHYNCHOLURE
- ACETATO DE ETILO

### Summary

This research had the objective of evaluating the efficiency of two commercial pheromones and Ethyl acetate in the management of (*Rhynchophorus palmarum*), for the cultivation of oil palm in the rainy season, in the months of February to June 2020. Work was carried out in three locations located in the sectors with the highest oil palm production, which are: La Concordia, La Calderón property, coordinates: 17 S 66386 9993153, Esmeraldas La Tormenta property, coordinates: 17 N 65600 1267, Puerto Quito, La Sexta property coordinates: 17 N 693894 32872. A DBCA was used, with a 3 x 2 Bifactorial arrangement, with 3 blocks, which were replicated in each farm where the treatments were T1: Rhyncholure + Cebo, T2: Rhyncholure + Cebo + Ethyl Acetate, T3: Rhyncholure + Acetate of ethyl, T4: Pherocon + Cebo, T5: Pherocon + Cebo + Ethyl acetate, T6: Pherocon + Ethyl acetate, the evaluated area was 134.42 ha. The total number of captured insects, determination of the sex in percentage of *Rhynchophorus palmarum*, the diffusion of the kariomones, and the economic analysis of the treatments from the implantation of the pheromones and their efficiency in the capture of the insects were evaluated. The number of captured individuals of (*Rhynchophorus p. L.*) presented significant differences in Treatment 1 with 225,56 captured insects, 60% of its population being female and the remaining 40% male. The economic cost of this management per hectare was \$ 1.11 per month.

#### Keywords:

- OIL PALM
- RHYNCHOPHORUS PALMARUM
- RHYNCHOLURE
- ETHYL ACETATE

## Capítulo I

### Introducción.

De los países latinoamericanos, el Ecuador ocupa el segundo puesto en la exportación de aceite crudo y sub-derivados de palma aceitera (Potter, 2011), siendo de gran importancia económica a nivel del país por lo que el sector palmicultor compone el 4% de PIB agrícola, donde 42 % de la producción se consume dentro del país y el 58% es exportada como aceite crudo de palma y productos semielaborados y elaborados (MCE, 2017).

El cultivo de palma aceitera genera 70 000 empleos directos y 70 000 empleos indirectos, es un cultivo que requiere de mano de obra para cada uno de sus procesos que van desde la fase de campo hasta la refinación de sus productos (Sierra Marquez & Sierra Marquez , 2017).

El Ecuador de acuerdo al censo palmero realizado en el 2017 el total de superficie sembrada es de 257 120,93 hectáreas (ANCUPA, 2018), donde el 57% ha sido afectada por la PC teniendo una superficie de 110 562 ha a nivel nacional (Mendoza Anton, 2019). Los palmicultores al ver tanta mortalidad en sus cultivos optaron por varias alternativas para bajar los niveles de mortalidad usando agroquímicos sin medidas de seguridad afectando el medio ambiente y la salud de los trabajadores y consumidores por sus altos niveles de toxicidad y residualidad.

Las diferentes entidades tanto privadas como públicas del sector palmicultor al observar el mal uso de las aplicaciones de los agroquímicos de gran toxicidad y los efectos negativos que causaban, optaron por capacitaciones a los productores dando a conocer cuál es el causante de la transmisión del complejo de microorganismo de la Pudrición de cogollo (PC), identificando

que el picudo negro (*Rhynchophorus palmarum* L) es el principal diseminador de los microorganismos por su comportamiento alimentario.

*Rhynchophorus palmarum* L., del orden de los coleópteros, se alimenta de tejidos frescos posándose en los cogollos y bases peciolares de palmas afectadas por la PC y anillo rojo (AR), produciendo efectos devastadores transmitiendo la enfermedad a plantas sanas.

Dentro de las alternativas para bajar los niveles de mortalidad de plantas de palma aceitera se empleó el sistema de trampeo para la captura de *Rhynchophorus palmarum* L. donde se conoce que en el mercado existen diferentes feromonas de agregación para la captura de adultos (Calderon Vera, 2014).

En base a la importancia que posee este cultivo en nuestro país, esta investigación pretende apoyar al sector palmicultor evaluando las feromonas comerciales que se encuentran establecidas en el mercado y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L), en el cultivo de palma aceitera en época lluviosa, en los sistemas de trampeo para la captura de picudo negro, determinando los efectos que contribuyan en la sanidad de las plantaciones del sector.

## Capítulo II

### Revisión De Literatura.

#### Palma Aceitera

El cultivo de la palma aceitera es de clima tropical y su comienzo se ubica en la región occidental y central de África. Posee amplia importancia monetaria, pues provee la más alta producción de aceite de palma y otros subproductos en el mundo. En América, los mayores productores son Colombia y Ecuador (Sandoval Esquivés, 2011).

En Ecuador ha sido catalogado como un “cultivo social” por integrar a una gran cantidad de pequeños y medianos productores en su cadena y por la generación de empleo. La palma aceitera también se enmarca en el discurso de la sustentabilidad, bajo el cual se cobija la propuesta de los biocombustibles como alternativa a aquellos provenientes del petróleo (CORPEI, 2014).

El Banco Mundial como los gremios palmicultores recalcan que el bajo costo del aceite permite el acceso a familias de bajo recursos, pues el consumo per cápita de aceite de palma se ha incrementado en 2,25 veces (ENSANUT, 2014).

Un ejemplo del trabajo generado por las 28 329 hectáreas pertenecientes a la asociación DANEC muestra que genera 0,12 empleos por hectárea. En el cantón Puerto Quito, de la provincia de Pichincha, el promedio de empleos permanentes por hectárea en las fincas es de 0,07. El mayor registro, de 0,17 empleos por hectárea, se encontró en una finca de 54 hectáreas. El número de trabajadores por hectáreas está relacionado directamente de acuerdo a la topografía y tecnificación que tengan los predios (Tiaguaro, 2011).



El Ministerio de Agricultura y el Ministerio del Ambiente mediante este acuerdo se crea el Comité Interinstitucional de seguimiento de Palma Sostenible, el cual tiene el rol de “liderar, promover y realizar propuestas encaminadas a fortalecer la producción de palma sostenible, que le permita al país competir en el mercado internacional presentando elevados niveles de producción con altos estándares sociales y ambientales, garantizando el bienestar económico, social y ambiental del país, incluyendo de forma prioritaria a los pequeños productores”. Para esto propone la reactivación del Plan, más beneficios fiscales para los productores (ENSANUT, 2014).

Los productores de palma se encuentran distribuidos en 13 provincias a nivel nacional, ocupando 58 cantones y 144 parroquias. Se destaca que el total de superficie en hectáreas sembradas es de 257 120.93 con un total de 8 149 plantaciones (ANCUPA, 2018).

La mayor parte de superficie de palma aceitera se encuentra en la provincia de Esmeraldas, con un total de 116 430,48 hectáreas, equivalente a 3 280 plantaciones, mientras que la menor superficie es ocupada por la provincia de Santa Elena con 156,45 hectáreas que equivale a 3 plantaciones (ANCUPA, 2018).

En cuanto al porcentaje de plantaciones, el 51,41% es representada por las fincas de hasta 10 hectáreas, mientras que el menor porcentaje está representado por el rango de superficies mayores a 1 000 hectáreas, con el 0,22% en plantaciones (ANCUPA, 2018).

El 60% de la superficie cultivada de palma de aceite en el Ecuador es HÍBRIDO TENERA INIAP con promedios de rendimientos de cosecha de hasta 25 Tn/ha/año (INIAP, Palma Africana en Santo Domingo, 2017). Desde hace más de una década, se viene sembrando en el Ecuador híbridos inter-específicos O x G (*E. oleifera* x *E. guineensis*) también conocido como los

materiales de siembra usados para mejorar la calidad y el rendimiento de la Palma Africana entre las variedades más usadas tenemos a INIAP Tenera (INIAP, Manual del cultivo de palma aceitera , 2015), Coari x La Mé, E.guineensis CIRAD, Deli x Yangambi o Deli x Avros, Deli x La Mé, Deli x Ekona, Deli x Nigeria (CIRAD, 2012), Amazon O x G (*E. oleífera* x *E. guineensis*) (A.S.D., 2020).

Algunas de estas variedades se han usado en áreas que han sido afectadas por la pudrición de cogollo (PC) (Barba, 2010), por lo que son tolerantes al ataque, pero no dejan de ser vulnerables, debido a que todo está relacionado con el manejo de la plantación.

## **Morfología y Anatomía**

### **Las raíces**

Nacen del bulbo radical de la base de la planta. Una gran parte son horizontales, se agrupan en los 50 cm del suelo. Sólo las raíces de anclaje penetran más profundo (Pazmiño Larreta , 2014).

### **Tronco**

Posee un lugar terminal de crecimiento con hojas nuevas, denominado palmito. Suele alcanzar hasta 30 m de longitud (Pazmiño Larreta , 2014).

### **Hojas**

De 5 a 7 m de longitud, con 200 a 300 folíolos en dos planos diferentes. El pecíolo es de aproximadamente 1,5 m de largo y se ensancha en la base. La cara superior es plana y la inferior redondeada. Sus bordes son espinosos, con fibras. Las hojas permanecen adheridas al tronco por 12 años o más (Pazmiño Larreta , 2014).

### **Inflorescencia**

Produce flores de ambos sexos. La inflorescencia es un espádice formado por un pedúnculo y un raquis central ramificado. Antes de la abertura, la flor está cubierta por dos espatas (Pazmiño Larreta , 2014).

### **Fruto**

Drupa ovoide, de 3 a 5 cm de largo. Los estigmas persisten en su extremo, en forma de tres pequeños apéndices arqueados. Las partes del fruto son: embrión, endospermo, endocarpio, mesocarpio, mesocarpio, exocarpio y estigma (Pazmiño Larreta , 2014).

### **Enfermedades de la Palma Aceitera.**

#### **Pudrición basal de estípite:**

La enfermedad que afecta el estípite de la palma de aceite, conocidas como pudriciones de Estipe, causan graves pérdidas económicas en los países cultivadores (Tovar & Páez, 1998). La Pudrición Basal de Estipe es causada por el hongo telúrico *Ganoderma boninense* Pat. Causando daños letales a la plantación (Durand Gasselin, y otros, 2017).

La pudrición basal de estipe se encuentra relacionada con los hongos del género *Ganoderma* de los cuales existen 400 nombres, pero solamente de 100 a 150 especies, un consenso afirma que el cultivo de palma aceitera se encuentra relacionado por dos especies *G. boninense* y *G. zonatum* (Durand Gasselin, y otros, 2017).

#### **Complejo Pudrición de Cogollo (PC)**

La Pudrición del cogollo (PC) de la Palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) es la enfermedad más limitante no sólo en Ecuador sino también en toda la América tropical, donde

se realiza su cultivo. El agente causal permaneció desconocido por cerca de un siglo, pero las investigaciones recientes de Cenipalma permitieron identificar al patógeno *Phytophthora palmivora* Butl., como el responsable de iniciar el proceso infectivo (Martínez, Arias, & Sarri, 2009).

Se logró identificar a *Phytophthora palmivora* Butl, como el agente causante de las primeras lesiones, posteriormente se presentan patógenos oportunistas: varios hongos (*Fusarium spp.*, *Colletotrichum sp.*, *Thielaviopsis sp.*, y *Rhizoctonia sp.*, entre otros), bacterias (*Pseudomonas sp.* y *Erwinia sp.*) e insectos vectores como (*Rhynchophorus palmarum* L.) que promueven el proceso de pudrición (Martínez L., 2010)

### **Marchitez Letal**

La Marchitez letal (ML) es una enfermedad ocasionada por fitoplasma, es una de las enfermedades más limitantes del cultivo de palma aceitera, Cenipalma ha demostrado que el vector del agente causante de la ML es el insecto conocido como el saltahojas de la palma (*Haplaxius crudus*), siendo este un insecto que se encuentra en todas las plantaciones. La propagación se da cuando un individuo de *H. crudus* llega infectado con el patógeno causante de la ML y transmite la enfermedad a una palma al alimentarse (Cenipalma, 2019).

(Alvarez, 2006) Realizó la caracterización molecular de fitoplasmas a plantas de palma aceitera con síntomas de ML, determinó que el posible agente causal de la enfermedad podría ser el fitoplasma del grupo Srl o también conocidos como Aster yellows (Baer Guevara, 2013).

### **Anillo Rojo**

El anillo rojo, es la afectación patógena más importante de la palma aceitera en países centro americanos. El nematodo causal, *Bursaphelenchus cocophilus* es transmitido

fundamentalmente por *R. palmarum*. Otros posibles vectores han sido señalados, pero su importancia es cuestionable, como el caso de *Metamasius hemipteros*, cuya relación con la enfermedad no ha podido ser comprobada, al menos en Costa Rica, a pesar de haberse utilizado un método de trapeo con feromonas de agregación (Perez, Campos, & Chinchilla, 1997).

En palma aceitera, la presencia del nematodo causa una clorosis y marchitamiento progresivo a partir de las hojas inferiores. La muerte de la palma puede ocurrir en pocos meses. Esta sintomatología se ha designado como la clásica del anillo rojo y es la manifestación aguda de la enfermedad (Chinchilla C. , 2003).

Es un síntoma crónico y de acción progresiva, pues la palma de aceite permanecer viva durante varios años. Los síntomas clásicos y las hojas pequeñas son los dos extremos de la afectación aparente en el campo, por lo cual es lo más probable encontrar plantas que presenten una combinación de los síntomas (Chinchilla C. , 1992).

*Rhynchophorus palmarum* L., el vector del nematodo que causa la letal enfermedad de Anillo Rojo, se constituye en un disturbio de importancia nacional. Cenipalma ha realizado experimentos para la captura de adultos, mediante la utilización de feromonas para hacer control (Rocha, 2007).

### **Plagas de la Palma Aceitera.**

#### **Plagas.**

Las principales plagas de este cultivo son los insectos lepidópteros defoliadores, como *Opsiphanes cassina* (Brassolidae) , *Sibine megasomoides* (Acharia hiperoche, Limacodidae), *Stenomima cecropia* (Stenomidae) y *Oiketicus kyrbyi* (Psychidae). Todas ellas han recibido una

atención de estudio proporcional a la frecuencia con que aparecen en las plantaciones comerciales, y a su potencial de daño (Chinchilla C. , 2003).

En el caso de los taladradores del tallo, la especie más relevante es el picudo negro, *Rynchophorus palmarum*, particularmente porque es el vector del nematodo que causa el anillo rojo y el complejo de microorganismos que provoca el complejo de la pudrición de cogollo, la principal enfermedad de la palma aceitera antes de que se desarrollara una estrategia integral para su manejo (Chinchilla C. , 2003).

Otras plagas pueden ser de importancia en situaciones particulares. Destaca entre ellas el potencial dañino de las ratas y el coleóptero *Strategus aloeus* (Scarabaeidae) en cultivos jóvenes. Ambas plagas atacan la base de las palmas y en el caso de las ratas los primeros racimos formados. El ácaro *Retractus elaeidis* (Carabidae), de considerable envergadura en Colombia (Chinchilla C. , 2003).

*Sagalassa valida* se constituye en una plaga importante en la Zona Occidental, más aún si se considera que aquellas palmas que no están afectadas por PC están siendo atacadas por *Sagalassa*. Cenipalma ha estudiado la dinámica de las poblaciones de *S. valida* (Aldana & Calvache, 1999).

### ***Rynchophorus palmarum* L**

Picudo negro (*R. palmarum*), es una especie de coleóptero polífago de la familia Curculionidae de origen en lugares tropicales de América, por el momento se encuentra en disperso en todo el mundo siendo determinado como plaga de cocoteros y palmeras, como también transmisor del nemátodo *B. cocophilus*, que induce la enfermedad del “anillo rojo” en

palmas, en su estado de larvas crean galerías en el tronco y causan la muerte de la planta, el manejo se hace colocando trampas (Cuadrado Chang & Vera Delgado, 2012).

**Tabla 1.**

Taxonomía del Insecto *R. palmarum*.

<b>TAXONOMÍA DEL INSECTO.</b>	
REINO	: Animalía
FILO	: Anthropoda
CLASE	: Insecta
ORDEN	: Coleoptera
SUBORDEN	: Polyphaga
INFRAORDEN	: Crucijiformia
SUPERFAMILIA	: Curculionoidea
FAMILIA	: Curculionidae
SUBFAMILIA	: Dryophthorinae
GÉNERO	: Rhynchophorus
ESPECIE	: <i>R. palmarum</i>
NOMBRE VULGAR	: Gualpa, Gorgojo, Cucarrón, Mayate Prieto, Casanga, Picudo negro

Nota: Adaptado de (Cenipalma, 2010).

### **Descripción**

El adulto de *R. palmarum* presenta una amplia variación en tamaño, desde 20 hasta 51 mm de longitud. De acuerdo con (Griffith, 1978), en Trinidad la moda de una población de

adultos estudiada era de 35 mm y el tamaño promedio fue de 33,48 mm  $\pm$  0,27 mm. El rango y la desviación estandar de sus datos fueron 23-42 y 3,42 mm., respectivamente (Chinchilla C. , 1992).

La longitud promedio del insecto podría ser diferente dependiendo del área donde es colectado: 34 mm. en Costa Rica, y 31 mm. en Honduras (Chinchilla C. , 1992).

#### **Características:**

Los sexos pueden ser fácilmente diferenciados, presentando el macho un penacho pubescente sobre el rostrum y la hembra un rostrum liso. En varias poblaciones estudiadas en Centro América, la longitud promedio de los machos fue mayor que la de las hembras (Chinchilla C. , 1988).

El ciclo de vida del picudo negro se ha evidenciado que va desde los 80 – 160 días desde la etapa de huevo a adulto.

#### **Ciclo reproductivo:**

La copulación puede ocurrir entre insectos recién emergidos de la pupa y toma unos 3 minutos. La eclosión de los huevos se da en 3 días y se suceden 9 estadios larvales (60 días), un estado de prepupa (4-18 días) y luego la pupa (7-17 días) (GRIFFITH, 1968).

La hembra se aparea durante los primeros 10 días de vida poniendo 14 huevos diarias durante 34 días con una viabilidad del 90% teniendo dentro del primer mes un promedio 17 200 huevos (Vivas Resabala , 2016). El estadio de pupa se da en el tallo de la palma, bases peciolares viejas, pecíolos y bases de las hojas nuevas o bien en el suelo.



El estadio larval puede ser considerado como uno de los principales causantes de muerte de la planta por lo que estos provocan daños al tallo taladrando y destruyendo tejidos internos en el tallo y el cogollo, dejando heridas para que el adulto sea atraído para que ovoposite.

Dependiendo del tipo de trampa usada para capturar los adultos, puede obtenerse una mayoría de machos o hembras; los machos pueden ser más numerosos en trampas fabricadas con pedazos de tallo de palma aceitera, pero pruebas de campo con la feromona de agregación del macho, se capturaron más hembras (Chinchilla C. , 1988).

La velocidad de vuelo del adulto ha sido estimada en 6,1 m/seg. y su radio de acción es entre 77 m. y 1500 m en 24 horas. Los adultos son más activos temprano en la mañana y el atardecer (Chinchilla C. , 2003).

La importancia de *R. palmarum* como plaga primaria de la palma aceitera es a veces cuestionable y generalmente sólo se le encuentra atacando palmas que han sido físicamente dañadas o han sido afectadas por alguna enfermedad que cause fermentación del tejido, tal como es el caso de la pudrición basal húmeda y la pudrición común de la flecha. El desarrollo de un alto número de larvas en estas plantas enfermas puede agravar los síntomas y acelerar la muerte de la planta (Chinchilla C. , 1988).

### **Metodos de control**

Dentro de los metodos de control para erradicar o disminuir el numero de *Rhynchophorus palmarum* tenemos el control quimico, control biologico y el control etologico, de los cuales el que tiene mayor ventaja es el etologico utilizando feromonas de agregacion, siendo una practica mas amigable con el medio ambiente.

### **Control químico**

Consiste en la aplicación de insecticidas de contacto o sistémicos en las plantaciones de palma aceitera, donde el mal uso de estos ocasionan grandes daños al ambiente y fauna del lugar, la mayoría de plamicultores para disminuir la incidencia del picudo negro dieron mal uso de los agroquímicos usando de productos de ética roja (altamente tóxicos), uno de ellos fue el Caunter (Terbufos: S-[[[1,1-dimetil etil] tio] metil] O,O-dietil fosforoditioato) es un producto sistémico organofosforado de actividad residual, entre otros conocidos fueron los Endosulfan, Dimetoato, Diazinon.

### **Control biológico**

El control biológico es una alternativa dentro del manejo de *R. palmarum* siendo una alternativa amigable con el ambiente pero con altos costos. Dentro de los enemigos naturales en el control biológico de *R. palmarum* podemos mencionar que tenemos hongos, bacterias e insectos.

De los insectos podemos mencionar a *Parathesia menezesi*, que, en plantaciones de palma aceitera, en Bahía, Brasil, tuvo un buen control parasitando en promedio a 18,3 pupas (Burbano, 2012), entre otros insectos como el *Staphylinido xanthopygus*. Dentro de los microorganismos de control tenemos al *Bacillus turingiensis*, *Metharrizum anisoplae*, *Micrococcus roseus* y *Metharrizum turingiensis*.

La utilización de *Beauveria bassiana* es una alternativa que ha tenido buenos resultados a nivel de pruebas de laboratorio en el control de *R. palmarum* (Burbano, 2012).

### **Control etologico**

Es una alternativa de control confiable es el uso de trampeo para atraer y capturar adultos ayudando a disminuir sus poblaciones pero no eliminarlas (Aldana de la Torre, Aldana de la Torre, & Moya, 2011).

La eficacia del trampeo dependerá de diferentes factores que son: el sitio adecuado de las trampas en la plantación, el mantenimiento de las trampas, la densidad de las trampas y el adiestramiento de los trabajadores a cargo de la instalación. Para la captura del picudo negro se usa la feromona de agregación de Rhynchophorol. La feromona es secretada por el picudo negro macho para atraer a otros insectos de la especie hacia fuentes de alimento, donde además tiene lugar la cópula (Aldana de la Torre, Aldana de la Torre, & Moya, 2011).

### **Metodos de trampeo**

Para atrapar al *R. palmarum* se debe utilizar una trampa adecuada, que se constituye de un recipiente plástico y como atrayentes la feromona sintética de agregación y cebos vegetales. Deben remplazarse periódicamente en función de durabilidad y efectividad activa en campo, ya que se conoce que la feromona posee un tiempo de durabilidad de 3 meses, dependiendo de las condiciones climáticas esto puede variar (Cenipalma, 2010).

Investigaciones desarrolladas por Cenipalma han evidenciado que el diseño de la trampa tiene un resultado significativo en el número de insectos adultos atrapados. Pues de acuerdo a recientes evaluaciones de diferentes tipos de trampas proyectándose a mejorar su eficiencia (Moya & Aldana, 2009).

### **Diseño de trampas**

El diseño procura conseguir la mayor captura de insectos al menor valor económico y con el menor deterioro ambiental posible. De acuerdo a las evaluaciones realizadas por Cenipalma, la trampa más efectiva ha sido la de tipo cerrada con capacidad de 20 litros (Cenipalma, 2010).

En el recipiente plástico se cortan dos ventanas laterales en la parte superior de 8 cm de ancho por 12 cm de longitud. El área cortada de las ventanas quedara semi abierta con cierta inclinación, como una cubierta para que no ingrese agua al interior de la trampa (Cenipalma, 2010).

En la parte inferior y externa del recipiente se adhiere una lona sintética, desde la base del recipiente hasta el borde las ventanas laterales, como un envoltorio del mismo. Así logramos incrementar la eficiencia de captura al facilitar el ingreso de los insectos a la trampa (Moya & Aldana, 2009). Ya que no todos los insectos ingresan volando directamente a la trampa; varios aterrizan en el suelo y buscan la fuente de atracción e ingresan a la trampa caminando (Aldana de la Torre & Moya , 2011).

### **Ubicación de las trampas**

Las trampas se ubican, en las hileras de vegetación, bordes de la plantación abandonada o con PC a un distanciamiento de 200 metros. Se pueden ubicar bajo de las palmeras impidiendo que estas queden exhibidas al sol. Si en la plantación hay reses, las trampas deberán ser aseguradas a una altura adecuada para evitar que sean destruidas (Cenipalma, 2010).

La estrategia de ubicar las trampas cada 100 m ha permitido conseguir la captura de un mayor número de adultos en lotes afectados por PC (Moya & Aldana, 2009). Disminuyendo así

la incidencia del picudo negro que ingresa a los lotes, así como también actúa atrayendo a los picudos que ya están dentro de la plantación (Cenipalma, 2010). La posición de trampas con feromonas en el perímetro de los lotes reduce los casos de Anillo Rojo en plantaciones de palma de aceite (Avila, 2008).

### **Feromonas sintética de agregación**

Las feromonas están catalogadas como sustancias químicas externas al cuerpo del insecto y ejercen su efecto sobre su comportamiento, se conocen como semioquímicos (Ramírez, 1996). Las feromonas son señales químicas emitidas por un insecto que le permiten comunicarse con otros individuos de su misma especie. Los insectos o el medio ambiente son capaces de emitir aleloquímicos, y es así el caso de las fragancias emitidas por las plantas hospedantes de insectos fitófagos (Ramírez, 1996).

El uso de feromonas en el trapeo es una estrategia elaborada para aprovechar la característica biológica del picudo, ya que se comunica por una sustancia química y su agudo sentido del olfato, esta sustancia la producen los machos y liberan la feromona que atrae tanto hembras como machos los cuales pueden percibirla dirigiéndose a la fuente de olor, sirviendo de orientación a distancia de 250 metros (Lohr & Parra, 2014). Es esta misma causa por la cual se utiliza la feromona sintética de agregación y los cebos vegetales en las trampas logrando que los insectos viajen hacia la fuente de atracción y de este modo los insectos caen en la trampa respondiendo al instinto de alimentación y reproducción (Cenipalma, 2010).

La cantidad de trampas usadas por hectárea es calculada por la afectación que se encuentre en la plantación, por ejemplo, cuando existe alta tasa de daños ocasionado por el picudo negro lo más recomendable el uso de 4 a 10 trampas por ha, denominándose este un

trampeo masivo. Como norma general se recomienda usar una trampa cada 100 metros lineales teniendo un rango de 1 trampa por cada 3 ha.

En el mercado local se encuentran feromonas comerciales, de las cuales se tiene RHYNCHOLURE y el PHEROCON.

#### **Feromona sintética de agregación RHYNCHOLURE**

La feromona RHYNCHOLURE es de agregación sexual usada para el manejo y monitoreo de picudo negro, la empresa que la desarrolla (Chemtica Internacional) garantiza el contenido de cada dispensador con ingrediente activo: 2-Methyl-4-hydroxy-5-heptenol. El mismo dentro de un difusor para ser usado a lenta liberación, ya que la caducidad de la feromona es de 3 meses (INNOVAGRI, 2019).

#### **Feromona sintética de agregación PHEROCON**

PHEROCON o también conocida como feromona trece, es una de feromona sexual usada para la captura de *R. palmarum*, el cual viene dentro de un difusor para su liberación controlada. Es parte del grupo químico de los alcoholes alifáticos insaturado y de los acetatos alifáticos insaturados su composición es (E)-11-tetradecen-1-ol y Acetato de (E)-11-tetradecen-1-ilo (INCORPORATED, 2017).

### **Acetato de Etilo**

Es un compuesto orgánico líquido bajo condiciones normales de temperatura y presión presentan un aroma agradable a frutas (Bolívar, 2017). Es una sustancia natural que se desprende de cortes y de tejidos vegetales, frutas en descomposición (A.S.D., 2019).

Es pertinente afirmar aquí que las kairomonas (Acetato de Etilo) y los cebos alimentarios que producen kairomonas atraen al *R. palmarum* por sí mismos, pero su presencia en la trampa tiene sinergia sustancialmente con la atracción del señuelo de feromonas (Vacas, Primo, & Navarro, 2013).

Estudios más completos han demostrado que dichas kairomonas son sustancias químicas simples, tales como: acetato de etilo, lactato de etilo, isobutirato de etilo, etanol, pentano, hexanal, acetato de isoamilo e isopentanol (Jaffé, Sánchez, Cerda, Hernández, & Jaffé, 1993) (Giblin, Weissling, Oehlschlanger, & Gonzales, 1994) (Rochat, González, Mariau, & Villanueva, 1991) (Vacas, Abad-Payá, Primo, & Navarro-Llopis, 2014).

### Capítulo III

#### Materiales Y Métodos

##### Ubicación del lugar de investigación:

La investigación se realizó en los predios de la empresa de cultivos de palma PALMALEON S.A, los cuales se encuentran ubicados en 3 sectores productores de palma aceitera que son: La Mocache #3, Bocana del Búa, Recinto Simón Bolívar (La Sexta).

##### Ubicaciones políticas, geográficas y ecológicas:

##### Predio 1: Finca la “Tormenta”.

#### Política

**Provincia:** Esmeraldas.

**Cantón:** Quinindé.

**Recinto:** Bocana del Búa.

#### Geográfica

17 N 656007

1267

#### Ecológica

Zona de vida:	Región Tropical, Bosque Húmedo
Altitud:	153 m.s.n.m.
Temperatura:	25,1° C
Precipitación:	2 297 mm. Anual
Humedad Relativa (%):	90



**Predio 2: Finca “La Calderón”.****Política****Provincia:** Santo Domingo de los Tsáchilas.**Cantón:** La Concordia.**Recinto:** Mocache 3.**Geográfica**

17 S      663864  
            9993153

**Ecológica**

Zona de vida:	Región Tropical, Bosque Húmedo
Altitud:	194 m.s.n.m
Temperatura:	24.2 ° C
Precipitación:	2.467,3 mm. Anual
Humedad Relativa (%):	85

**Predio 3: Finca “La Sexta”.****Política****Provincia:** Pichincha.**Cantón:** Puerto Quito.**Recinto:** Simón Bolívar.

**Geográfica**

17 N 693894

32872

**Ecológica**

Zona de vida: Región Tropical, Bosque Húmedo

Altitud: 172 m.s.n.m.

Temperatura: 25.5 ° C

Precipitación: 2 743 mm. Anual

Humedad Relativa (%): 81

Figura 1

Mapa de Ubicación del Área de Investigación. Mapa de ubicación geográfica de la investigación



*Nota:* En la figura se representa gráficamente el Mapa de ubicación geográfica de la investigación sobre evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.) en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa.

**Materiales:****Materiales de Campo:**

- 54 Canecas amarillas de 20 litros.
- 54 Sacos plásticos
- 2 Canecas de melaza.
- 54 Feromonas comerciales.
- Acetato de etilo.
- 38 frascos de vidrio (Viales Snap Cap 12 x 32 mm) color ámbar.
- Grapadora industrial.
- Balanza analítica.
- Alambre # 16.
- Moladora.
- GPS Garmin 84.
- Libreta de campo.
- Letreros.
- Lupa.
- Caña de azúcar.

**Materiales de Oficina:**

- Computador y accesorios

**Métodos:**

La evaluación de las feromonas comerciales y Acetato de Etilo en el monitoreo de (*Rhynchophorus palmarum* L), para el cultivo de palma aceitera en época lluviosa, se lo realizo en las plantaciones pertenecientes a la empresa PALMALEÓN S.A. que se encuentra ubicada en las provincias de Pichincha, Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas.

La empresa cuenta con un área total de cultivo de palma aceitera de 134,42 ha, distribuidos en el predio la Sexta con 34,9 ha, en Esmeraldas, el predio La Tormenta con 80,42 ha,

en Santo Domingo el predio La Calderón con 19,1 ha, las plantaciones están sembradas a un distanciamiento de 9 x 9 en tres bolillos con un total de 147 plantas por ha.

Cada unidad experimental ocupó un área de 6 362 m<sup>2</sup>, las trampas se establecieron a una distancia de 90 m longitudinales donde se ubicó 1 tratamiento por cada unidad experimental.

El ensayo se realizó en temporada de invierno, la misma que inicia en el mes de febrero y finaliza en junio del 2020. Su duración fue de cuatro meses, tiempo en cual se evaluó la vida útil de las feromonas y kairomona, donde se determinó cual tratamiento presenta mayor número de capturas de picudo negro. Los cebos se lo cambiaron cada 15 días.

### **Diseño experimental**

Se usó un diseño con bloques completamente a azar (DBCA), con un arreglo Bifactorial de 3 x 2, con 3 bloques, los cuales fueron replicados en cada predio.

El DBCA consta de la siguiente ecuación lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

#### **Donde:**

$Y_{ij}$ = Observación en la unidad experimental.

$\mu$ = Parámetro, efecto medio.

$\tau_i$ = Parámetro, efecto del tratamiento i.

$\beta_j$ = Parámetro, efecto del bloque j.

$\epsilon_{ij}$ = Valor aleatorio, error experimental de la U.E i,j.

**Factores a probar:**

Los factores que se probaron en el estudio de investigación son:

- **f:** Diferentes tipos de atrayentes feromonas.
- **c:** Cebos de capturas.

**Tabla 2.**

*Diferentes tipos de atrayentes feromonas y cebos de captura que se usaron en la investigación.*

<b>Factor</b>	<b>Niveles de factor</b>
Diferentes tipos de atrayentes feromonas.	f1= Rhyncholure f2= Pherocon
Cebos de capturas.	c1= Con cebo: (melaza agua relación 2:1 más caña de azúcar). c2= Con cebo: (melaza agua relación 2:1 más caña de azúcar) + Acetato de etilo. c3= Acetato de etilo.

**Tratamientos a comparar**

En la investigación se evaluaron dos factores, donde se refleja el número de tratamientos implementados en el experimento.

**Tabla 3.***Codificación de los tratamientos implementados en la investigación*

<b>Tratamiento</b>	<b>Codificación</b>	<b>Identificación</b>
T1	f1c1	Rhyncholure + Con cebo: (melaza agua relación 2:1 más caña de azúcar).
T2	f1c2	Rhyncholure + Con cebo: (melaza agua relación 2:1 más caña de azúcar) + Acetato de etilo.
T3	f1c3	Rhyncholure + Acetato de etilo.
T4	f2c1	Pherocon + Con cebo: (melaza agua relación 2:1 más caña de azúcar).
T5	f2c2	Pherocon + Con cebo: (melaza agua relación 2:1 más caña de azúcar) + Acetato de etilo.
T6	f2c3	Pherocon + Acetato de etilo.

**Repeticiones**

Por cada tratamiento se realizaron tres repeticiones

### Características de las unidades experimentales

- **Número de unidades experimentales:** 54
- **Área de las unidades experimentales:** 6 362 m<sup>2</sup>
- **Radio de las unidades experimental:** 45 m
- **Forma de la unidad experimental:** Circular
- **Área total de ensayo:** 34,35 ha
- **Ubicación de las unidades experimentales:** Las trampas se ubicaron en un radio de 45 m dentro de la plantación de palma aceitera. A una altura de 1,20 m desde la base de la planta.
- **Diseño de las trampas:** Se usó canecas plásticas de 20 L de color amarilla, en las cuales se realizaron dos ventanas laterales de 12x8 cm en tercio superior con un forro de saco en la parte inferior, el cual debe de quedo al borde de la apertura de la ventana.
- **Preparación de los cebos:** Para cada uno de los cebos del estudio se usó 1 000 mL, de solución agua melaza en relación 2: 1 respectivamente, más 400 g de caña de azúcar.
- **Preparación del difusor de la kairomona (acetato de etilo):** Para la preparación del difusor se utilizó frascos de vidrio (Viales Snap Cap 25 cc) color ámbar con una tapa de polietileno con dos agujeros de 1 mm, donde se colocó 10 ml de acetato de etilo.
- **Ubicación de la feromona y acetato de etilo en la trampa:** La feromona y el difusor con acetato de etilo se colgaron directamente por el orificio de llenar el recipiente y se lo asegura enroscando la tapa del mismo, se ubicaron a la altura de las ventanas.



**Análisis estadístico:****Esquema del análisis de varianza**

A continuación, se presenta el esquema del análisis de varianza que se muestra en la (Tabla 4), que corresponde a una zona a evaluar, donde se analizaron las tres zonas independientemente para luego con los datos que se obtuvieron dentro de las zonas se los comparo entre zonas para establecer si existe diferencia significativa entre estas.

**Tabla 4.**

*Descripción del ADEVA del experimento en la Evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	
	Formula	Valor
Bloque	(B-1)	2
Feromona	(f-1)	1
Cebo	(c-1)	2
Feromona x Cebo	(f-1) (c-1)	2
Error	(B-1) (t-1)	10
Total	(Bt-1)	17

**Coefficiente de variación:**

El coeficiente de variación nos ayudó a medir el porcentaje del error con respecto a la media, para el cálculo del coeficiente de variación se usará la siguiente ecuación:

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{X} * 100$$

Donde:

$CV$  = Coeficiente de variación.

$CMe$ = Cuadrado medio del error experimental.

$X$ = Promedio de tratamientos.

#### **Análisis funcional:**

Para la comparación de los tratamientos se utilizará una prueba de significancia de Tukey al 5%.

#### **Análisis económico:**

Para determinar el análisis económico se tomó en cuenta los costos por trampa usados en cada uno de los tratamientos que fueron los materiales colocados en la trampa más los insumos.

#### **Variables a evaluar:**

#### **Número de insectos capturados:**

Se evaluó cada 15 días, contando el número total de insectos capturados durante un periodo de cuatro meses. Se retiró las trampas del lugar establecido removiendo el cebo para contabilizar los insectos.

Tabla 5.

Formato de registro de número de insectos capturados.

TESIS			
EVALUACIÓN DE FEROMONAS COMERCIALES Y ACETATO DE ETILO EN EL MANEJO DE ( <i>Rhynchophorus palmarum</i> L.) EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) EN ÉPOCA LLUVIOSA.			
PREDIO:		FECHA:	
TRATAMIENTO	Número de Insectos Macho	Número de Insectos Hembra	Total de insectos

- **Determinación de sexo de (*Rhynchophorus palmarum* L.):**

Determinado el número total de insectos se clasificaron los machos de las hembras donde se evaluó cada 15 días durante cuatro meses.

Se determinó el porcentaje aplicando la siguiente formula:

$$\text{Porcentaje de insectos (machos) o (hembras)} = \frac{\text{Insectos (machos) o (hembras)}}{\text{Total de insectos capturados}} * 100$$

- **Difusión de la kairomona:**

Con una balanza analítica se pesó cada 15 días cada una de las feromonas de los tratamientos, por un periodo de cuatro meses para determinar la pérdida de peso diaria promedio de la feromona.

Para determinar la difusión diaria de las feromonas se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Difusión de feromona} = \frac{\Sigma \text{ de pesos evaluados}}{\text{número de días evaluados}}$$

- **Costo beneficio:**

Se realizó un análisis económico sobre los costos por trampa utilizada en cada uno de los tratamientos.

$$\sum \text{Costos de materiales utilizados en la trampa} + \sum \text{de costo de insumos.}$$

Posterior a la determinación de costos de elaboración de trampas se analizó el beneficio de la aplicación de un sistema de trapeo dentro de la plantación aplicando la siguiente la siguiente formula:

$$C/B$$

$$\text{Costos} = \sum \text{de labores agronómicos} + \sum \text{de materiales e insumos}$$

$$\text{Beneficio} = \sum \text{de producción.}$$

### **Métodos específicos en el manejo del experimento.**

#### **Calibración de los Difusores de Acetato de Etilo:**

Para la calibración de los difusores de acetato de etilo se introdujo 1 cc en un frasco Vial Difusor de color Ámbar de 25 cc, el cual se lo dejará a temperatura ambiente para posteriormente con una balanza analítica pesar y determinar su volatilización.

#### **Implantación del Ensayo:**

Se ubicaron las coordenadas UTM de cada unidad experimental, al momento de la implantación del proyecto a una distancia previamente establecida.

**Elaboración del cebo vegetal:**

Los cebos vegetales se los colocaron en relación 2: 1 agua melaza más 400 g de caña, con un volumen de la solución de 1 000 cc, para homogenizarla y se usó un recipiente milimetrado y para calcular el peso de la caña se utilizó una balanza analítica.

**Valoración del Trampeo en Campo:**

Para contabilizar y diferenciar el sexo del picudo negro se usó un recipiente plástico con tapa. Para la apreciación del dimorfismo sexual del picudo negro se usó una lupa.

## Capítulo IV

### Resultados Y Discusión.

**Resultados registrados de la variable número de insectos capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa.**

La respuesta del análisis de varianza y de prueba de separación de medias, en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa se presenta en la tabla 6.

**Tabla 6.**

*Análisis de varianza para la variable número de insectos capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (Rhynchophorus palmarum L.), en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en época lluviosa 2020.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio del número de insectos a los 15 días		Cuadrado medio del número de insectos a los 30 días		Cuadrado medio del número de insectos a los 45 días		Cuadrado medio del número de insectos a los 60 días		Cuadrado medio del número de insectos a los 75 días		Cuadrado medio del número de insectos a los 90 días		Cuadrado medio del número de insectos a los 105 días		Cuadrado medio del número de insectos a los 120 días	
Bloque	2	184,55	***	359,17	***	280,91	***	254,73	***	258,27	***	259,55	***	250,13	***	247,2	***
Feromona	1	0,11	ns	2,35	ns	0,65	ns	0,64	ns	0,71	ns	0,68	ns	0,76	ns	0,75	ns
(P) vs (R)	1	0,11	ns	2,35	ns	0,65	ns	0,64	ns	0,71	ns	0,68	ns	0,76	ns	0,75	ns
Cebo	2	6,92	ns	13,53	**	16,35	*	13,32	*	15,02	*	12,91	*	15,02	*	18,36	*
(C) vs Resto	1	12,71	ns	3,8	ns	9,4	ns	7,92	ns	8,86	ns	7,71	ns	8,82	ns	10,23	ns
(C)+(K) vs (K)	1	1,13	ns	23,27	**	23,3	*	18,73	*	21,17	*	18,11	*	21,23	*	26,49	*
Feromona* Cebo	2	4,87	ns	32,92	***	5,2	ns	4,91	ns	5,03	ns	4,58	ns	4,93	ns	5,42	ns
Error	10	4,5		1,42		3,39		3,18		3,35		3,07		3,33		3,67	
Total	17																
Coefficiente de variación (%)		26,69		12,53		16,49		14,8				14,25		15,9		18,26	

(P) = Pherocon.      (R) = Rhincholure.      (C) = Cebo.      (K)= Kairomona

### **Número de insectos capturados a los 15 días**

La tabla 6, mostró la diferencia significativa existente en el número de insectos capturados entre los bloques y los diferentes tratamientos con un ( $p$ -valor $<0,05$ ), debido a que en la primera evaluación se obtuvo 184,55 insectos. Con un coeficiente de variación de 26,69%. Esta polaridad de los resultados se debe a la ubicación de los bloques, que tuvo influencia en la significancia del número de insectos capturados, pues las condiciones climáticas y de ubicación han influenciado en esta valoración de medias, de acuerdo a (QUINTERO, 2010) se ha llegado a capturar hasta 2.000 adultos por trampa por semana las zonas palmeras con el uso de la feromona y kairomona.

Con respecto a esta interacción se estableció que justamente como menciona ( De la Torre, 2011), donde establece que el acetato de etilo atrae a más machos que hembras, mientras que el Rhyncholure atrae de acuerdo a su eficacia e interacción a más hembras, existió una captura de 31% de machos y 69 % de hembras con el T3. Mientras que el siguiente mejor tratamiento fue el T2 obtuvo el 60% de Hembras y un 40% de machos.

### **Número de insectos capturados a los 30 días**

En la tabla 6, muestra que existió diferencia significativa en el número de insectos capturados entre los bloques con un ( $p$ -valor $<0,05$ ), debido a que se capturo 359,17 insectos en esta evaluación. Se obtuvo un coeficiente de variación de 12,53%. Mientras que la interacción de la feromona y el cebo ha logrado tener resultados también significativos con 32,92 insectos capturados, la misma que hace énfasis en aceptar a la hipótesis alternativa que menciona que las feromonas comerciales en sinergia con la kairomona (acetato de etilo) tendrán diferencia en

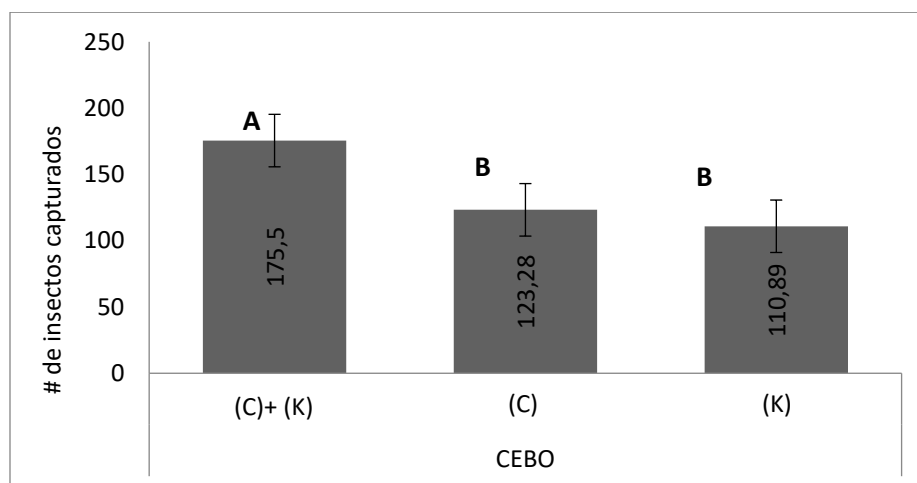


capacidad de captura y tiempo de vida útil para el control *Rhynchophorus palmarum* L., en el cultivo de palma aceitera.

A continuación, se presenta las pruebas de Tukey de la variable número de insectos capturados a los 30 días.

### Figura 2

Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (cebo) a los 30 días en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020.

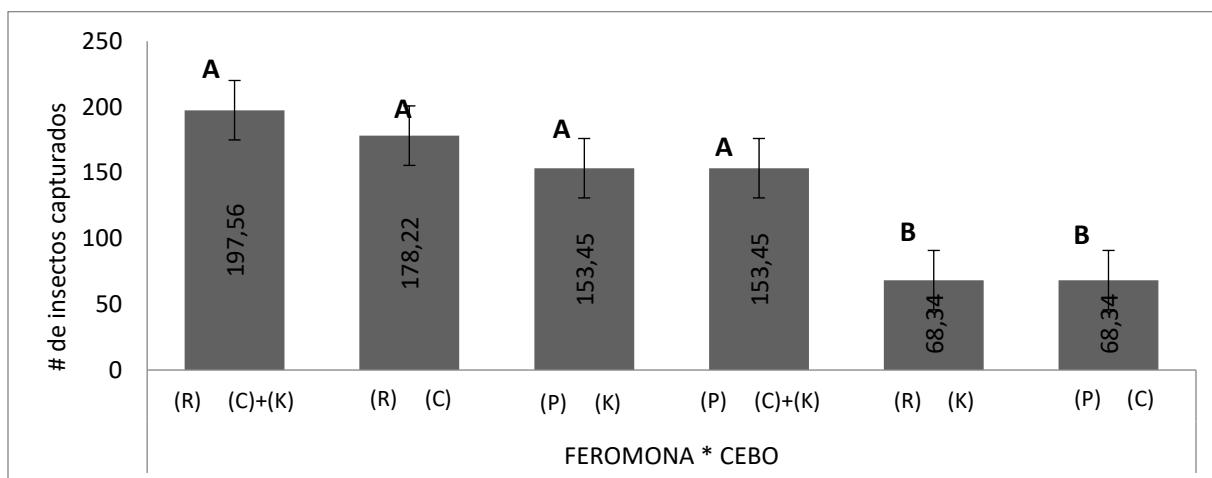


En la Figura 2 se presentaron dos rangos de significancia con relación al factor cebo, el cual expone que, si existieron diferencias significativas, sin embargo, coloca los tratamientos con los mejores resultados, los que poseen la combinación entre cebo y acetato de etilo. Haciendo notorio desde la segunda evaluación que el acetato de etilo en individual posee mínima influencia en una captura numerosa de (*Rhynchophorus palmarum* L.). Expuesto por (Carreño Correa, 2013),

quien argumenta que la interacción en el índice de captura de (*Rhynchophorus palmarum* L.), está influenciada por el cebo vegetal usado para este fin.

### Figura 3

Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (feromona\*cebo) a los 30 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020.



En el factor (feromona\*cebo) de la (Figura 3), nos mostró que son altamente significativos con un (p-valor <0,05), en donde estadísticamente la mayor eficacia en la captura de *R. palmarum* se presentó con el cebo más la feromona Rhyncholure, mostrando notoriamente el efecto potencializador que poseen estos dos factores, que inclusive coincide con lo mencionado por (Carreño Correa, 2013).

Existe una captura de 34% de machos y 66 % de hembras con el T5. Mientras que el T2 obtuvo el 61% de Hembras y un 39% de machos.

### **Número de insectos capturados a los 45 días**

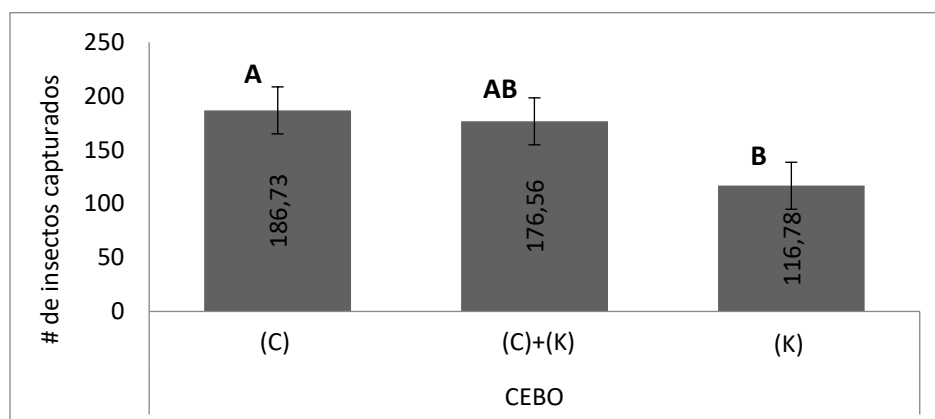
La tabla 6, mostró la diferencia significativa existente en el número de insectos capturados entre los bloques y los diferentes tratamientos con un ( $p$ -valor $<0,05$ ), debido a que en la primera evaluación se obtuvo 280,91 insectos. Con un coeficiente de variación de 16,49%.

Los bloques tuvieron influencia en la significancia del número de insectos capturados, como también el factor (Cebo) y (Cebo + Kairomona), teniendo significancia en las medias resultantes de los tratamientos. Rechazando la hipótesis alternativa que establece que las feromonas comerciales en sinergia con la kairomona (acetato de etilo) tendrán diferencia en capacidad de captura y tiempo de vida útil para el control *Rhynchophorus palmarum* L., en el cultivo de palma aceitera.

A continuación, se presenta las pruebas de Tukey de la variable número de insectos capturados a los 45 días.

### **Figura 4**

*Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (cebo) a los 45 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020.*

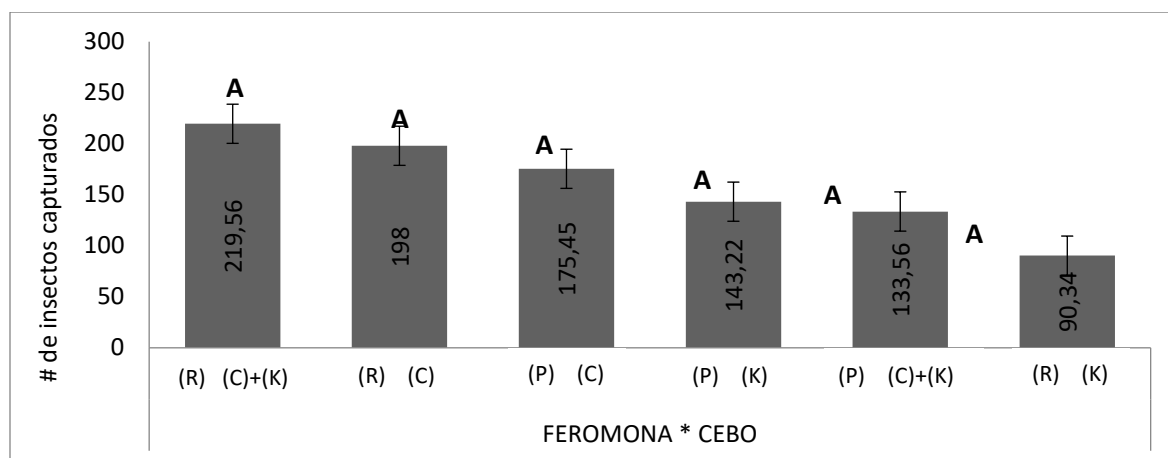


En la Figura 4 se mostró la prueba de Tukey que presentó tres rangos de significancia con relación al factor cebo, el cual expone que, si existió diferencias significativas, sin embargo, coloca los tratamientos con los mejores resultados, los que poseen la combinación entre cebo y acetato de etilo justamente como menciona ( De la Torre, 2011), también puede actuar como señal que induce la liberación de feromona por los machos ya que tiene un efecto sinérgico, para la captura de insectos adultos, en la combinación con Rhynchophorol y la caña de azúcar. (Carreño Correa, 2013), argumenta que la interacción en el índice de captura de (*Rhynchophorus palmarum* L.), está influenciada por el cebo vegetal usado para este fin, siendo muy notoria la significancia del cebo en esta interacción.

Con respecto a esta interacción se estableció que justamente como menciona ( De la Torre, 2011), existe una captura de 42% de machos y 58 % de hembras con el T1. Mientras que el T5 obtuvo el 66% de Hembras y un 34% de machos.

**Figura 5**

*Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (feromona\*cebo) a los 45 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (Rhynchophorus palmarum L.), en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en época lluviosa 2020.*



La figura 5 muestra la prueba de Tukey, para la interacción entre (*feromona\*cebo*) e indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos al respecto de número de insectos atrapados, pues podemos ver un distanciamiento numérico de insectos atrapados, siendo el mayor el T2 con 219,56 que potencializa su capacidad del Rhyncholure mas el cebo y el acetato de etilo. De acuerdo a ( Aldana de la Torre J. , 2016) quien mostró que, existe diferencia en el promedio de picudos negros (*R. palmarum*) capturados con las dos feromonas comerciales Rhynchophorol C y Pherocon, durante los tres meses de evaluación.

### **Número de insectos capturados a los 60 días**

En la tabla 6, se observó que existió diferencia significativa en el número de insectos capturados entre los bloques y los diferentes tratamientos con un ( $p$ -valor $<0,05$ ), debido a que en la primera evaluación se obtuvo 254,73 insectos. Con un coeficiente de variación de 14,8%.

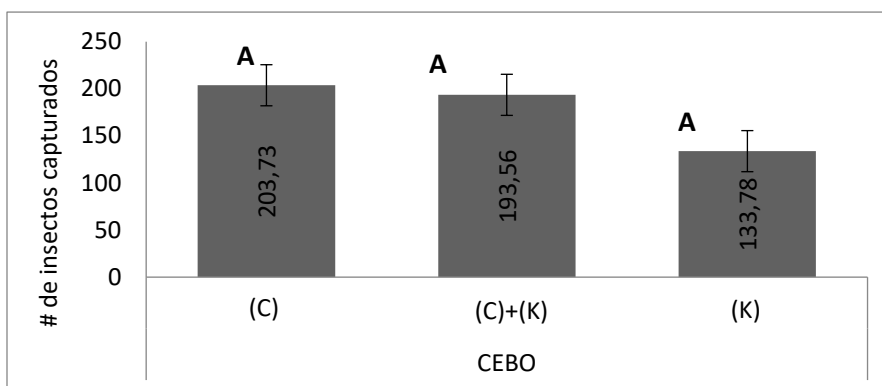
Los bloques tuvieron influencia en la significancia del número de insectos capturados, como también el factor (Cebo) y (Cebo + Kairomona), teniendo significancia en las medias resultantes de los tratamientos. Rechazando la hipótesis alternativa que establece que las feromonas comerciales en sinergia con la kairomona (acetato de etilo) tendrán diferencia en capacidad de captura y tiempo de vida útil para el control *Rhynchophorus palmarum* L., en el cultivo de palma aceitera.

Para esta evaluación se notó un descenso en la cantidad de Kairomona en los tratamientos, por lo cual se estima que su volatilización fue más rápida de lo estimado, ya que es un éter etílico del ácido acético.

A continuación, se presenta las pruebas de Tukey de la variable número de insectos capturados a los 60 días.

**Figura 6**

*Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (cebo) a los 60 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020.*

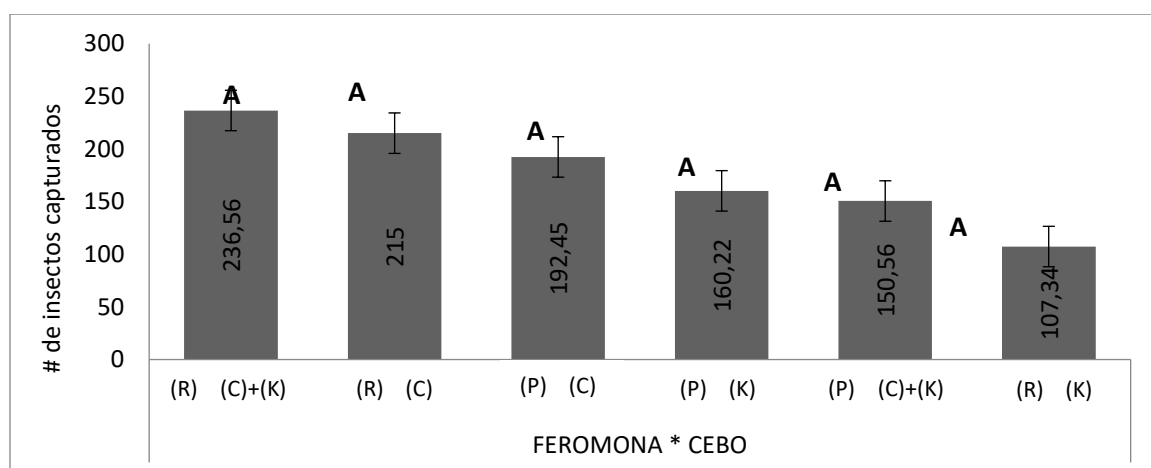


En la Figura 6 se mostró la prueba de Tukey que presentó un rango de significancia con relación al factor cebo, el cual expone que, no existió diferencias significativas, sin embargo, coloca los tratamientos con los mejores resultados, los que poseen la combinación entre cebo y la feromona justamente como menciona (Carreño Correa, 2013), pues la interacción en el índice de captura de (*Rhynchophorus palmarum* L.), está influenciada por el cebo vegetal usado para este fin, siendo muy notoria la significancia del cebo en esta interacción.

Existe una captura de 37% de machos y 63 % de hembras con el T5. Mientras que el T2 obtuvo el 60% de Hembras y un 40% de machos.

**Figura 7**

*Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (feromona\*cebo) a los 60 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (Rhynchophorus palmarum L.), en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en época lluviosa 2020.*



La figura 7 muestra la prueba de Tukey, para la interacción entre (*feromona\*cebo*) e indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos al respecto de número de insectos atrapados, pues podemos ver un distanciamiento numérico de insectos atrapados, siendo el mayor el T2 con 236,56 que potencializa su capacidad del Rhyncholure más el cebo y el acetato de etilo. El valor más bajo lo tienen T3, con 107,34 insectos capturados. Según (Cenipalma, 2010) los machos cuando detectan el olor a fermento, liberan la feromona de agregación que atrae tanto hembras como machos, aludiendo al instinto de alimentación y reproducción. Con este mismo principio se usa la feromona sintética de agregación y cebos vegetales en las trampas, produciendo que los insectos se desplacen hacia la fuente de atracción. Y es de esta manera que los insectos caen en la trampa para su evaluación.



### **Número de insectos capturados a los 75 días**

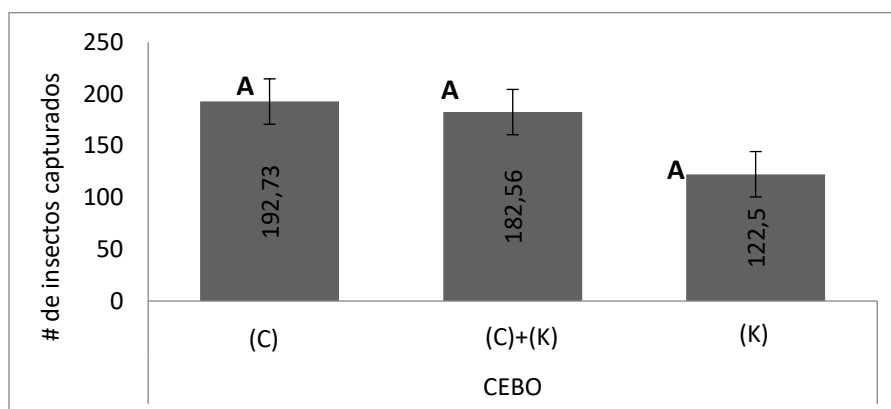
En la tabla 6, se observó que existió diferencia significativa en el número de insectos capturados entre los bloques y los diferentes tratamientos con un ( $p$ -valor $<0,05$ ), debido a que en la primera evaluación se obtuvo 258,27 insectos. Con un coeficiente de variación de 14,16%.

Los bloques tuvieron influencia en la significancia del número de insectos capturados, como también el factor (Cebo) y (Cebo + Kairomona), teniendo significancia en las medias resultantes de los tratamientos. Rechazando la hipótesis alternativa que establece que las feromonas comerciales en sinergia con la kairomona (acetato de etilo) tendrán diferencia en capacidad de captura y tiempo de vida útil para el control *Rhynchophorus palmarum* L., en el cultivo de palma aceitera.

A continuación, se presenta las pruebas de Tukey de la variable número de insectos capturados a los 75 días.

### **Figura 8**

*Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (cebo) a los 75 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020.*

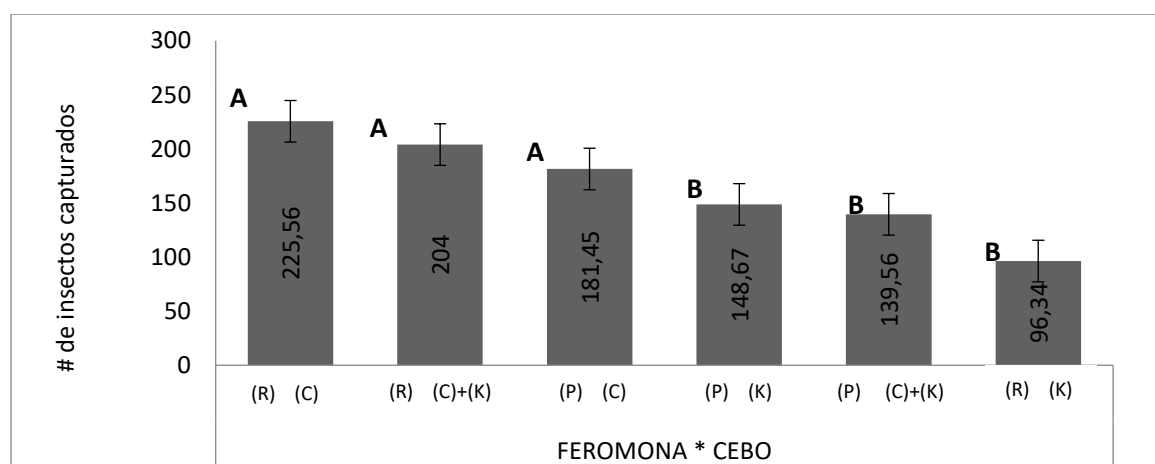


En la Figura 8 se mostró la prueba de Tukey que presentó un rango de significancia con relación al factor cebo, el cual expone que, no existió diferencias significativas, sin embargo, coloca los tratamientos con los mejores resultados, los que poseen la combinación entre cebo y la feromona justamente como menciona (Carreño Correa, 2013), pues la interacción en el índice de captura de (*Rhynchophorus palmarum* L.), está influenciada por el cebo vegetal usado para este fin, siendo muy notoria la significancia del cebo en esta interacción.

Existe una captura de 36% de machos y 64 % de hembras con el T5. Mientras que el T3 obtuvo el 61% de Hembras y un 39% de machos. De acuerdo a (Moya Murillo, 2015) quien establece que las feromonas de agregación, además de ser más eficaces, atrajeron a un mayor número de hembras. Mientras que la porción menor de hembras por macho capturado se registró en las trampas sin feromona. Por lo cual este resultado establece, que las trampas sin feromona además de ser poco eficientes en atrapar adultos de *R. palmarum*, atraen menos hembras hacia ellas.

**Figura 9**

*Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (feromona\*cebo) a los 75 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020.*



La figura 10 muestra la prueba de Tukey, para la interacción entre (*feromona\*cebo*) e indica que si existe diferencia significativa entre los tratamientos al respecto de numero de insectos atrapados, pues podemos ver un distanciamiento numérico de insectos atrapados, siendo el mayor el T1 con 225,56 que potencializa su capacidad del Rhyncholure más el cebo. El valor más bajo lo tienen T3, con 96.34 insectos capturados. Según (Cenipalma, 2010) los machos cuando detectan el olor a fermento, liberan la feromona de agregación que atrae tanto hembras como machos, aludiendo al instinto de alimentación y reproducción. Pues podemos observar que en el día 75 de la evaluación, el acetato de etilo ha perdido su eficacia y ha sido desplazado por el cebo convencional, y la efectividad de las feromonas comerciales.

### **Número de insectos capturados a los 90 días**

En la tabla 6, se observó que existió diferencia significativa en el número de insectos capturados entre los bloques y los diferentes tratamientos con un ( $p$ -valor $<0,05$ ), debido a que en la primera evaluación se obtuvo 259,55 insectos. Con un coeficiente de variación de 14,25%.

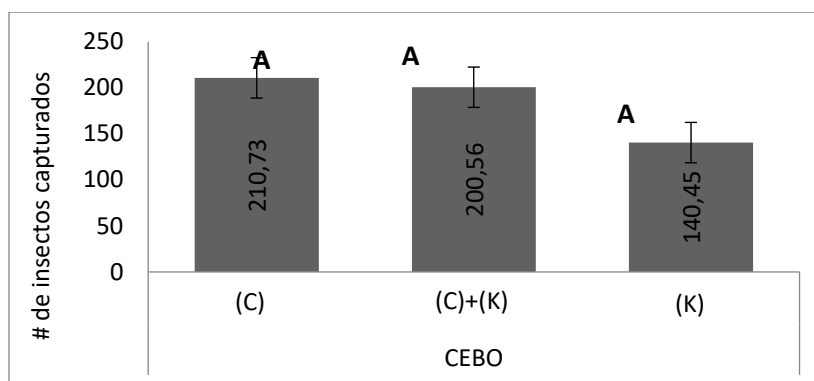
Los bloques tuvieron influencia en la significancia del número de insectos capturados, como también el factor (Cebo) y (Cebo + Kairomona), teniendo significancia en las medias resultantes de los tratamientos. Rechazando la hipótesis alternativa que establece que las feromonas comerciales en sinergia con la kairomona (acetato de etilo) tendrán diferencia en capacidad de captura y tiempo de vida útil para el control *Rhynchophorus palmarum* L., en el cultivo de palma aceitera.

Para esta evaluación se agotó la cantidad de Kairomona en los tratamientos, por lo cual se estima que su volatilización fue más rápida de lo estimado, ya que es un éter etílico del ácido acético.

A continuación, se presenta las pruebas de Tukey de la variable número de insectos capturados a los 90 días.

**Figura 10**

*Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (cebo) a los 90 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020.*



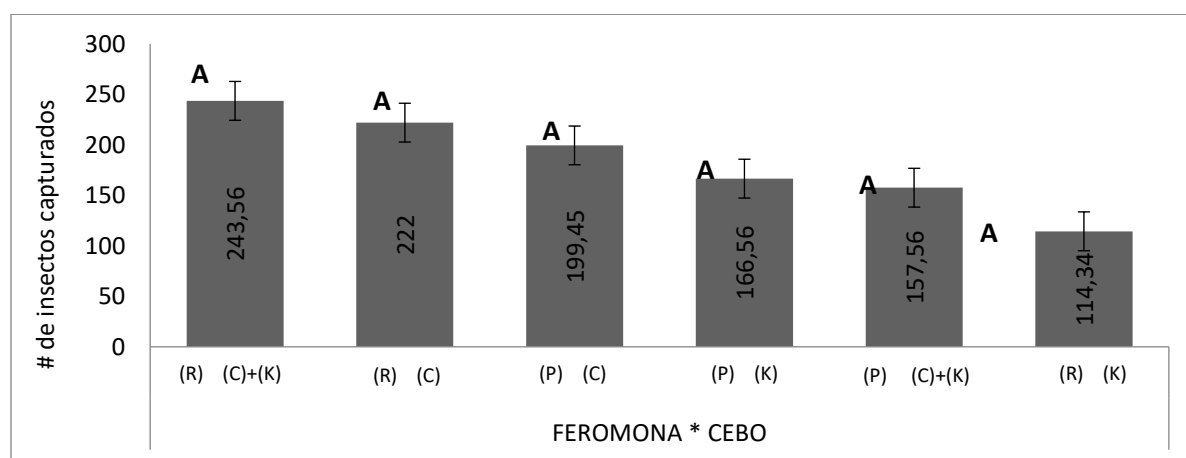
En la Figura 10 se mostró la prueba de Tukey que presentó un rango de significancia con relación al factor cebo, el cual expone que, no existió diferencias significativas, sin embargo, coloca los tratamientos con los mejores resultados, los que poseen la combinación entre cebo y la feromona justamente como menciona (Carreño Correa, 2013), pues la interacción en el índice de captura de (*Rhynchophorus palmarum* L.), está influenciada por el cebo vegetal usado para este fin, siendo muy notoria la significancia del cebo en esta interacción.

Existe una captura de 36% de machos y 64 % de hembras con el T5. Mientras que el T2 obtuvo el 59% de Hembras y un 41% de machos. De acuerdo a (Moya Murillo, 2015) quien establece que las feromonas de agregación, además de ser más eficaces, capturaron un mayor número de hembras. Mientras que la porción menor de hembras por macho capturado se registró

en las trampas sin feromona. Por lo cual este resultado establece, que las trampas sin feromona además de ser poco eficientes en atrapar adultos de *R. palmarum*, atraen menos hembras hacia ellas.

### Figura 11

*Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (feromona\*cebo) a los 90 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (Rhynchophorus palmarum L.), en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en época lluviosa 2020.*



La figura 11 muestra la prueba de Tukey, para la interacción entre *(feromona\*cebo)* e indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos al respecto de número de insectos atrapados, pues podemos ver un distanciamiento numérico de insectos atrapados, siendo el mayor el T2 con 243,56 que potencializa su capacidad del Rhyncholure más el cebo y el acetato de etilo. El valor más bajo lo tienen T3, con 114,34 insectos capturados. Observamos que en el día 90 de la evaluación, el acetato de etilo ha perdido su eficacia y ha sido desplazado por el cebo convencional, y la efectividad de las feromonas comerciales.

### Número de insectos capturados a los 105 días

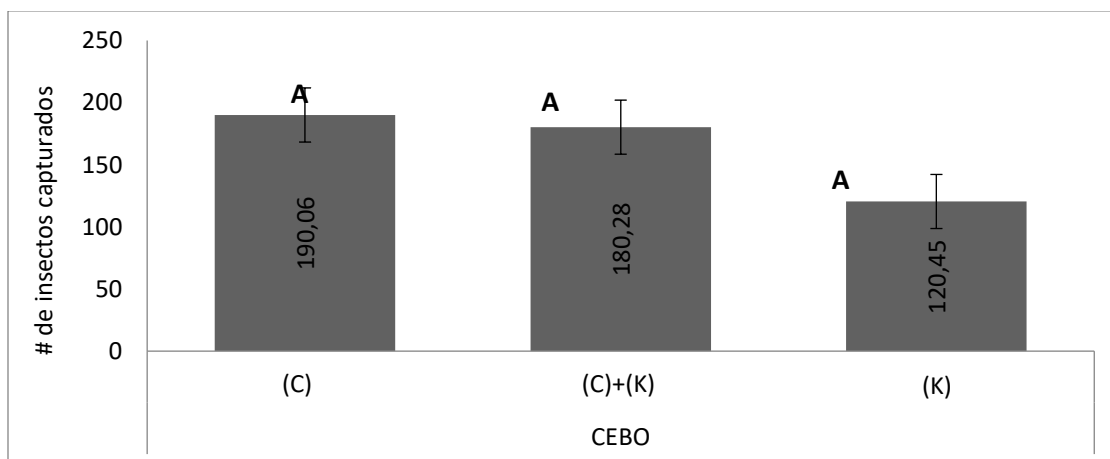
En la tabla 6, se observó que existió diferencia significativa en el número de insectos capturados entre los bloques y los diferentes tratamientos con un ( $p$ -valor $<0,05$ ), debido a que en la primera evaluación se obtuvo 250,13 insectos. Con un coeficiente de variación de 15.9%.

Para esta evaluación se agotó la cantidad de Kairomona en los tratamientos, por lo cual se estima que su volatilización fue más rápida de los estimado, ya que es un éter etílico del ácido acético.

A continuación, se presenta las pruebas de Tukey de la variable número de insectos capturados a los 105 días.

### Figura 12

*Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (cebo) a los 105 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020.*



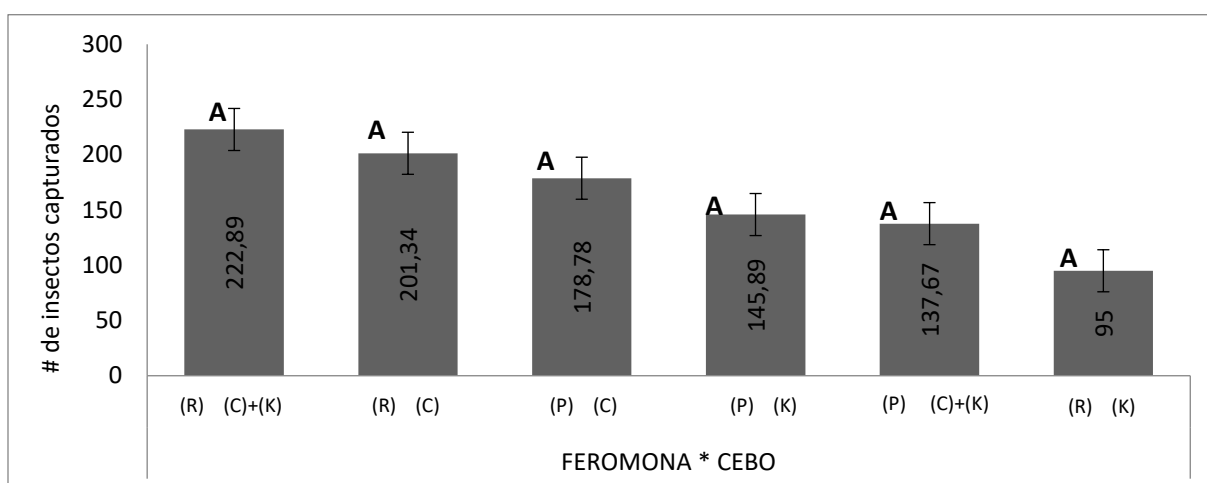
En la Figura 12 se mostró la prueba de Tukey que presentó un rango de significancia con relación al factor cebo, el cual expone que, no existió diferencias significativas, sin embargo, coloca los tratamientos con los mejores resultados con una diferencia numérica que poseen la combinación entre cebo y la feromona justamente como menciona (Carreño Correa, 2013), pues la interacción en el índice de captura de (*Rhynchophorus palmarum* L.), está influenciada por el cebo vegetal usado para este fin, siendo muy notoria la significancia del cebo en esta interacción.

Existe una captura de 34% de machos y 66 % de hembras con el T5. Mientras que el T3 obtuvo el 63% de Hembras y un 37% de machos. De acuerdo a (Moya Murillo, 2015) quien establece que las feromonas de agregación, además de ser más eficaces, capturaron un mayor número de hembras. La porción menor de hembras por macho capturado se registró en las trampas sin feromona. Por lo cual este resultado establece, que las trampas sin feromona además de ser poco eficientes en atrapar adultos de *R. palmarum*, atraen menos hembras hacia ellas.

### **Figura 13**

*Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (feromona\*cebo) a los 105 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020.*





La figura 13 muestra la prueba de Tukey, para la interacción entre (*feromona\*cebo*) e indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos al respecto de número de insectos atrapados, pues podemos ver un distanciamiento numérico de insectos atrapados, siendo el mayor el T2 con 222,89 que potencializa su capacidad del Rhyncholure mas el cebo y el acetato de etilo. El valor más bajo lo tienen T3, con 95 insectos capturados. Según (Cenipalma, 2010) los machos cuando detectan el olor a fermento, liberan la feromona de agregación que atrae tanto hembras como machos, aludiendo al instinto de alimentación y reproducción. Pues podemos observar que en el día 105 de la evaluación, el acetato de etilo ha perdido su eficacia y ha sido desplazado por el cebo convencional, y la efectividad de las feromonas comerciales.

#### **Número de insectos capturados a los 120 días**

En la tabla 6, se observó que existió diferencia significativa en el número de insectos capturados entre los bloques y los diferentes tratamientos con un ( $p\text{-valor}<0,05$ ), debido a que en la primera evaluación se obtuvo 247,2 insectos. Con un coeficiente de variación de 18,26%.

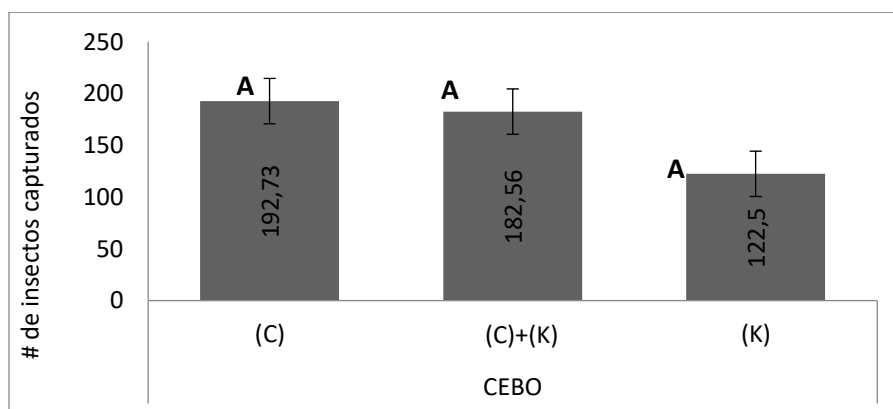
Los bloques tuvieron influencia en la significancia del número de insectos capturados, como también el factor (Cebo), teniendo significancia en las medias resultantes de los tratamientos. Rechazando la hipótesis alternativa que establece que las feromonas comerciales en sinergia con la kairomona (acetato de etilo) tendrán diferencia en capacidad de captura y tiempo de vida útil para el control *Rhynchophorus palmarum* L., en el cultivo de palma aceitera.

Para esta evaluación se agotó la cantidad de Kairomona en los tratamientos, por lo cual se estima que su volatilización fue más rápida de lo estimado, ya que es un éter etílico del ácido acético.

A continuación, se presenta las pruebas de Tukey de la variable número de insectos capturados a los 120 días.

#### Figura 14

*Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (cebo) a los 120 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (Rhynchophorus palmarum L.), en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en época lluviosa 2020.*

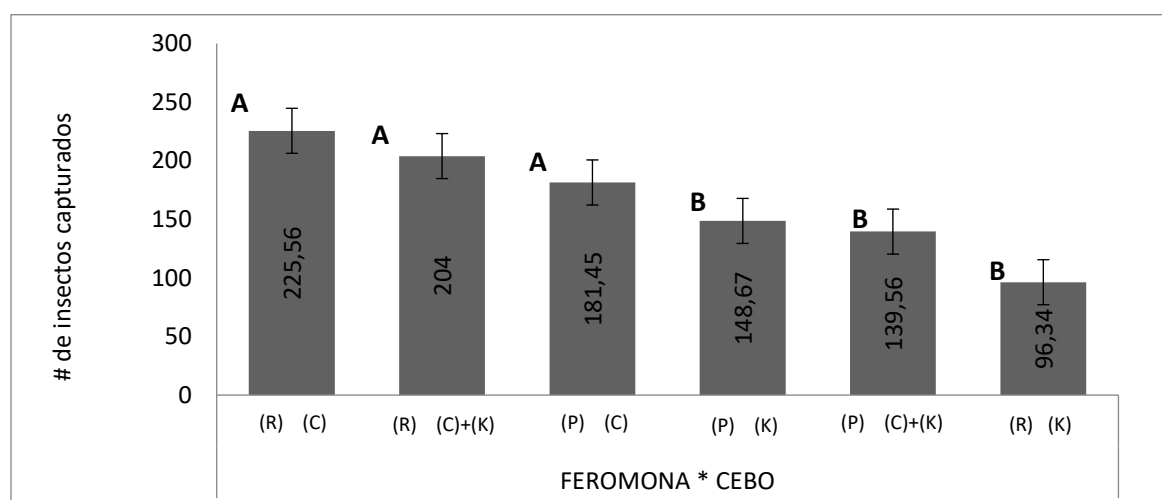


En la Figura 14 se mostró la prueba de Tukey que presentó un rango de significancia con relación al factor cebo, el cual expone que, no existió diferencias significativas, sin embargo, coloca los tratamientos con los mejores resultados, los que poseen la combinación entre cebo y la feromona justamente como menciona (Carreño Correa, 2013), pues la interacción en el índice de captura de (*Rhynchophorus palmarum* L.), está influenciada por el cebo vegetal usado para este fin, siendo muy notoria la significancia del cebo en esta interacción.

Existe una captura de 35% de machos y 65 % de hembras con el T5. Mientras que el T3 obtuvo el 63% de Hembras y un 37% de machos. De acuerdo a (Moya Murillo, 2015) quien establece que las feromonas de agregación, además de ser más eficaces, capturaron un mayor número de hembras. La porción menor de hembras por macho capturado se registró en las trampas sin feromona. Por lo cual este resultado establece, que las trampas sin feromona además de ser poco eficientes en atrapar adultos de *R. palmarum*, atraen menos hembras hacia ellas.

### **Figura 15**

*Prueba de Tukey para la variable número de insectos capturados mediante el factor (feromona\*cebo) a los 120 días capturados en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020.*



La figura 15 muestra la prueba de Tukey, para la interacción entre (*feromona\*cebo*) e indica que si existe diferencia significativa entre los tratamientos al respecto de numero de insectos atrapados, pues podemos ver un distanciamiento numérico de insectos atrapados, siendo el mayor el T1 con 225,56 que potencializa su capacidad del *Rhyncholure* mas el cebo. El valor más bajo lo tienen T3, con 96,34 insectos capturados. Según (Cenipalma, 2010) los machos cuando detectan el olor a fermento, liberan la feromona de agregación que atrae tanto hembras como machos, aludiendo al instinto de alimentación y reproducción. Pues podemos observar que en el día 120 de la evaluación, el acetato de etilo ha perdido su eficacia y ha sido desplazado por el cebo convencional, y la efectividad de las feromonas comerciales.

**Resultados registrados de la variable difusión de la kairomona en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa.**

Esta información se generó al pesar con una balanza analítica cada 15 días, las feromonas de los tratamientos. Por un periodo de cuatro meses para determinar la pérdida de

peso diaria promedio de la feromona, justo a la mitad de las valoraciones la kairomona o acetato de etilo se agotó debido a su alto índice de volatilidad que posee al ser un éter etílico del ácido acético. Por lo tanto, para evaluar su difusión se sumaron todos los pesos de la kairomona dividido para el número de días que estuvo funcionando en campo.

**Tabla 7.**

*Registrados de la variable difusión de la kairomona*

Tratamiento	Peso Promedio	Difusión de la Kairomona gr/día.
T2	8,3	0,14
T3	9,6	0,16
T4	8,5	0,14
T5	9,3	0,15

Nota: Elaboración propia, se establece la difusión de la kairomona se obtiene al dividir el peso promedio para 60, que fueron los días en que esta estuvo volatilizándose.

**Tabla 8.**

*Análisis de varianza para la variable difusión de la kairomona en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (Rhynchophorus palmarum L.), en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en época lluviosa 2020.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	Cuadrados medios de la difusión de la kairomona inicial	Cuadrados medios de la difusión de la kairomona a los 15 días	Cuadrados medios de la difusión de la kairomona a los 30 días	Cuadrados medios de la difusión de la kairomona a los 45 días	Cuadrados medios de la difusión de la kairomona a los 60 días
Bloque	2	0,23 ns	0,000058 ns	0,000033 ns	0,15 ns	0,02 ns
Feromona	1	0,24 ns	0,000008 ns	0,000000 ns	0,15 ns	0,02 ns
(P) vs (R)	1	0,24 ns	0,000008 ns	0,000000 ns	0,15 ns	0,02 ns
Cebo	1	0,29 ns	0,01 ***	0,0016 ***	0,19 ns	0,01 ns
(C)+(K) vs (K)	1	0,29 ns	0,01 ***	0,0016 ***	0,19 ns	0,01 ns
Feromona*cebo	1	0,23 ns	0,000075 ns	0,000033 ns	0,15 ns	0,02 ns
Error	6	0,24	0,000210	0,000056	0,15	0,03
Total	11					
Coefficiente de variación (%)		31,44	0,72	0,65	27,87	9,89
(P) = Pherocon.	(R) = Rhincolure.	(C) = Cebo.	(K) = Kairomona			

### Difusión de la kairomona inicial

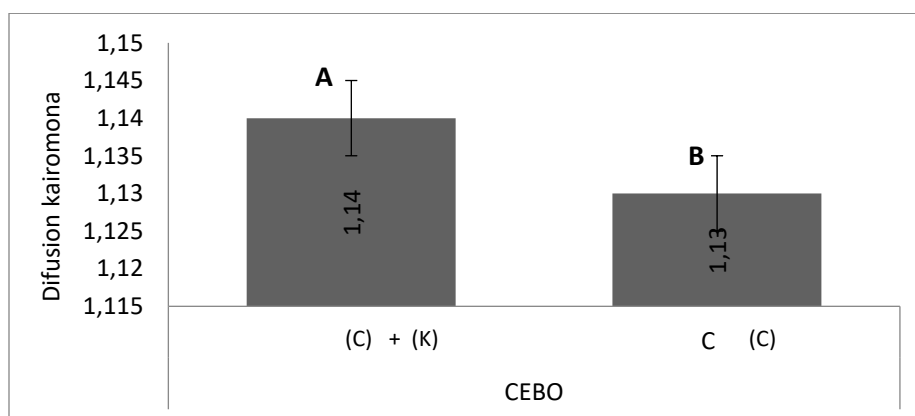
En la tabla 8 podemos observar que la difusión de la kairomona en la evaluación inicial no existe diferencia significativa con un ( $p$ -valor $>0,05$ ), y con un coeficiente de variación de 31,44. Pese a que no existe una variabilidad en la difusión de la kairomona, su volatilidad es muy elevada inclusive al usar difusores adecuados. Ya que al poseer como máximo porcentaje de difusión de 0,29% y mínima de 0,23%.

### Difusión de la kairomona a los 15 días

En la tabla 8 la difusión de la kairomona evaluada a los 15 días posee una alta diferencia significativa con un ( $p$ -valor $<0,05$ ), y con un coeficiente de variación de 0,72 en interacción al factor cebo y cebo más kairomona. Pese a que si existe una variabilidad en 0.01% de la difusión de la kairomona comparada a las diferentes fuentes de variación, su volatilidad es muy elevada inclusive al usar difusores adecuados.

### Figura 16

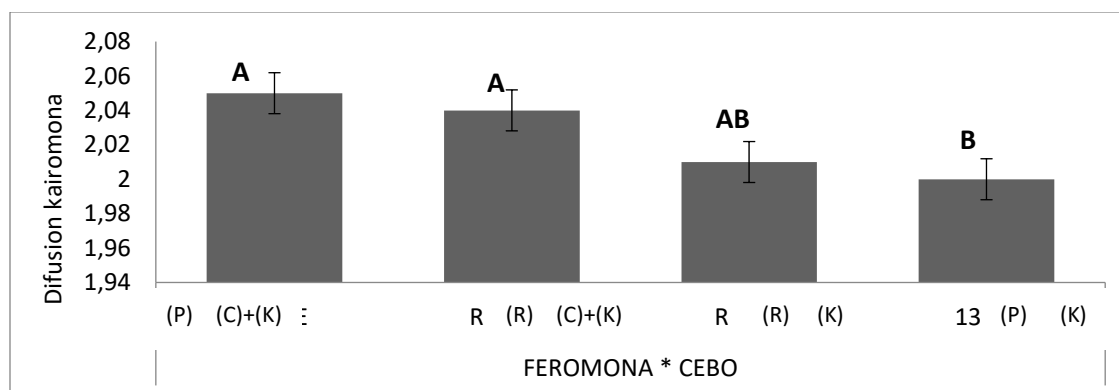
*Prueba de Tukey para la variable difusión de la kairomona mediante el factor (cebo) en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020.*



La figura 16 muestra la prueba de Tukey, indica que, si existe diferencia significativa en la difusión de la kairomona, siendo el factor (cebo más kairomona) el cual se volatiliza más rápido. Mientras que para el factor cebo la volatilización de la kairomona será menor.

### Figura 17

*Prueba de Tukey para la variable difusión de la kairomona mediante el factor (feromona\*cebo) en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020.*



La figura 17 muestra la prueba de Tukey, indica que, si existe diferencia significativa en la difusión de la kairomona, siendo el factor (feromona\*cebo) el que volatiliza más rápido es T5 seguido muy de cerca del T2. Mientras que para el T3 Y T6 presentan una volatilización menor.

### Difusión de la kairomona a los 30 días

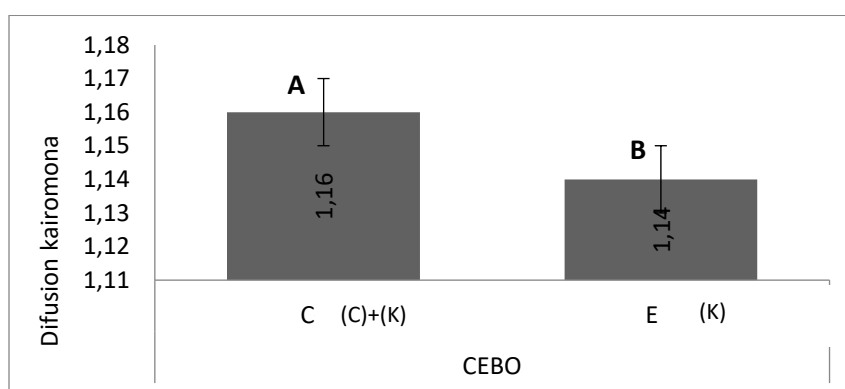
En la tabla 8 la difusión de la kairomona evaluada a los 30 días posee alta diferencia significativa con un (p-valor<0,05), y con un coeficiente de variación de 0,65 en interacción al factor cebo y cebo más kairomona. Pese a que, si existe una variabilidad en 0,01% de la difusión de la kairomona, su volatilidad



es muy elevada inclusive al usar difusores adecuados, entre las razones para que existan estos índices de volatilidad tan elevados esta la categoría del producto, pues este es un éter etílico del ácido acético.

### Figura 18

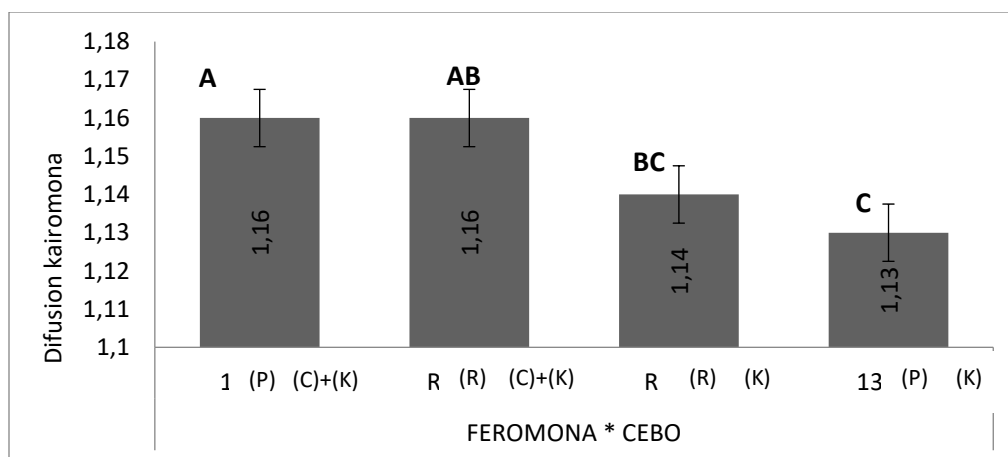
*Prueba de Tukey para la variable difusión de la kairomona mediante el factor (cebo) en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020.*



La figura 18 muestra la prueba de Tukey, indica que, si existe diferencia significativa en la difusión de la kairomona, siendo (cebo mas kairomona) el cual se volatiliza 1,16% más rápido. Mientras que para el factor cebo la volatilización de la kairomona será menor ya que no existe una interacción con los subproductos generados de la fermentación del cebo, como lo es la temperatura que puede llegar hasta los 37° C de acuerdo a (Fajardo & Sarmiento, 2007).

### Figura 19

*Prueba de Tukey para la variable difusión de la kairomona mediante el factor (feromona\*cebo) en la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa 2020.*



La figura 19 muestra la prueba de Tukey, indica que, si existe diferencia significativa en la difusión de la kairomona, siendo el factor (feromona\*cebo) el que volatiliza más rápido es T5 seguido muy de cerca del T2. Mientras que para el T3 Y T6 presentan una volatilización menor.

#### **Difusión de la kairomona a los 45 días**

En la tabla 8 podemos observar que la difusión de la kairomona en la evaluación inicial no existe diferencia significativa con un ( $p\text{-valor} > 0,05$ ), y con un coeficiente de variación de 27,87. Pese a que no existe una variabilidad en la difusión de la kairomona, su volatilidad es muy elevada inclusive al usar difusores adecuados.

#### **Difusión de la kairomona a los 60 días.**

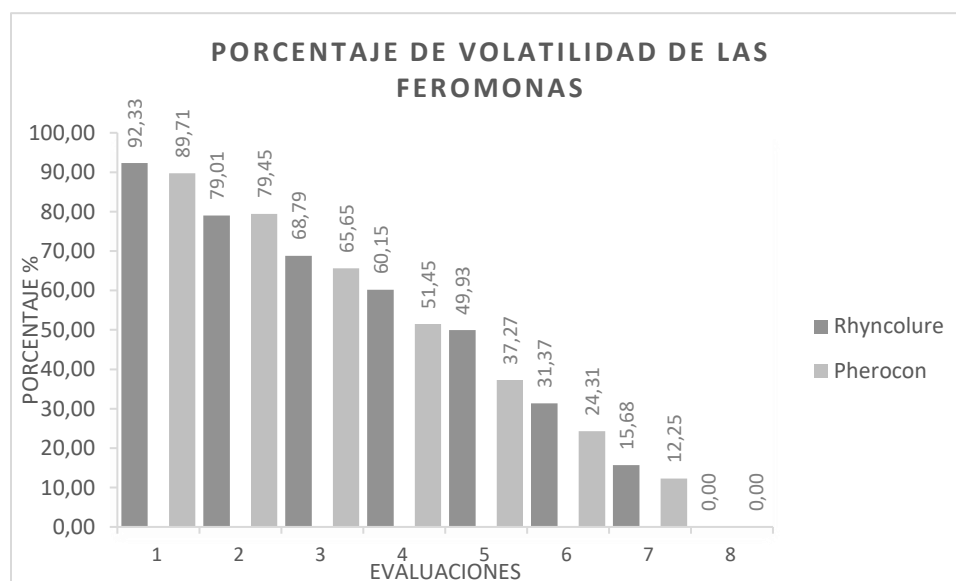
En la tabla 8 podemos observar que la difusión de la kairomona en la evaluación inicial no existe diferencia significativa con un ( $p\text{-valor} > 0,05$ ), y con un coeficiente de variación de 9,89. Pese a que no existe una variabilidad en la difusión de la kairomona, su volatilidad es muy elevada inclusive al usar difusores adecuados. Y es justo en esta valoración en la cual se agotó por completo, mostrando la eficacia y eficiencia de las feromonas comerciales. Rechazando la hipótesis alternativa que establece que las

feromonas comerciales en sinergia con la kairomona (acetato de etilo) tendrán diferencia en capacidad de captura y tiempo de vida útil para el control *Rhynchophorus palmarum* L., en el cultivo de palma aceitera.

### Porcentaje de volatilidad de las feromonas

**Figura 20**

*Determinación de la volatilización de las feromonas comerciales (Rhyncholure y Pherocon), en el proyecto de la evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (Rhynchophorus palmarum L.), en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en época lluviosa 2020.*



En la figura 20 se observa la volatilización de las feromonas comerciales a evaluar donde estadísticamente no presentan diferencia significativa pero numéricamente sí. Donde Pherocon se evidencia que tiene mayor porcentaje de volatilización, en comparación con Rhyncholure, en la primera quincena se evidencio una volatilización del 10,29 %, Pherocon mientras que Rhyncholure tuvo una menor volatilización de 7,67%.

(Cenipalma, 2019), y varias investigaciones mencionan que la vida útil de las feromonas comerciales es de 3 meses en condiciones de campo ya que pasando este periodo existe una volatilización total de la feromona, en la investigación mostro lo contrario, Rhyncholure tuvo una durabilidad mayor a 3 meses, claramente mostro que pasando este tiempo la capacidad de captura disminuye, esto se debió a las condiciones agrometeorológicas de la temporada invernal.

**Tabla 9.**

*Determinación del costo de la elaboración de trampas para la captura del picudo negro en el cultivo de palma aceitera.*

Descripción	Unidad	Tratamiento 1			Tratamiento 2			Tratamiento 3			Tratamiento 4			Tratamiento 5			Tratamiento 6		
		Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total
Caneca de 20 L	\$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Feromona	\$	1	3,9	3,9	1	3,9	3,9	1	3,9	3,9	1	3,6	3,6	1	3,6	3,6	1	3,6	3,6
Melaza	L	2	0,4	0,8	2	0,4	0,8	-	-	-	2	0,4	0,8	2	0,4	0,8	-	-	-
Caña de azúcar	g	500	0,25	0,25	500	0,25	0,25	-	-	-	500	0,25	0,25	500	0,25	0,25	-	-	-
Saco	\$	1	0,25	0,25	1	0,25	0,25	1	0,25	0,25	1	0,25	0,25	1	0,25	0,25	1	0,25	0,25
Frasco de vidrio (viales Snap Cap 12x32 mm)	Unidad	-	-	-	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	-	-	-	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5
Kairomona	g	-	-	-	10	0,02	0,2	10	0,02	0,2	-	-	-	10	0,02	0,2	10	0,02	0,2
Mano de obra	Jornal	0,06	15	0,9	0,06	15	0,9	0,06	15	0,9	0,06	15	0,9	0,06	15	0,9	0,06	15	0,9
<b>TOTAL</b>				7,10			7,80			6,75			6,80			7,5			6,45

En la tabla 9 se realizó un análisis de los costos de implantación de los sistemas de trampeo de cada uno de los tratamientos, donde las trampas para la captura de picudo negro tienen una capacidad de captura de 3 ha, de acuerdo mencionan varias investigaciones como la de (Cuadrado Chang & Vera Delgado, 2012).

## Análisis de los Costos/Beneficios

**Tabla 10.**

*Análisis de los costos de implantación por hectárea anual del sistema de trampeo de cada uno de los tratamientos a en el cultivo de palma aceitera.*

Descripción	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>TOTAL</b>	<b>39,80</b>	<b>44,70</b>	<b>37,35</b>	<b>38,30</b>	<b>43,20</b>	<b>35,85</b>
Costo de implantación del sistema de trampeo.	7,10	7,80	6,75	6,80	7,50	6,45
Preparación de cebo.	6,30	6,30	-	6,30	6,30	-
Kairomona.	-	4,20	4,20	-	4,20	4,20
Feromona.	15,60	15,60	15,60	14,40	14,40	14,40
Mano de obra.	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80
Análisis de los costos anuales de sistema de trampeo (3ha).	3,32	3,73	3,11	3,19	3,60	2,99
Costos por ha/mes de aplicación de sistema de trampeo.	1,11	1,24	1,04	1,06	1,20	1,00

En la tabla 10 nos indica los costos de implantación por Hectárea, los cuales se los realizo analizando la vida útil de las canecas plásticas expuestas a condiciones climáticas de campo que tienen una resistencia de 12 meses en promedio. Donde el tratamiento de acuerdo al análisis económico es el T6 con una inversión de \$1,00 por hectárea mes, pero no tiene una capacidad de captura considerable del picudo negro, mientras T1 obtuvo los mejores resultados en la captura del picudo negro con costos de \$1,11 por hectárea mes.

## Capítulo V

### Conclusiones

- La evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el número de insectos (*Rhynchophorus palmarum* L.), presentaron diferencias significativas en la mayoría de las tabulaciones siendo el mejor resultado T1 (Rhyncholure + cebo: (melaza + agua 2:1 más caña de azúcar) con 225,56 insectos capturados c/15 días siendo su valor en campo de \$1,11 c/ha.
- El mejor tratamiento de captura de (*Rhynchophorus palmarum* L) lo obtuvo T1 (Rhyncholure + cebo: (melaza + agua 2:1 más caña de azúcar) siendo el 60% hembras y el 40 % machos en una media de 153 insectos capturados c/15 días, la mayor captura de hembras se da con la feromona (Rhyncholure).
- De acuerdo a la difusión de la kairomona se concluye que la mayor volatilización la alcanzan T2 (Rhyncholure + cebo: (melaza + agua 2:1 más caña de azúcar) + Acetato de etilo) y T5 (Pherocon +cebo: (melaza + agua 2:1 más caña de azúcar) + Acetato de etilo), en los periodos de mayor eficiencia que son de 45 días, luego de este tiempo pierde su eficacia y se consume por completo en el día 60.
- De acuerdo a los resultados de la difusión de las feromonas comerciales se recomienda usar Rhyncholure, ya que su porcentaje de volatilización es inferior a la feromona Pherocon, siendo de mayor durabilidad y eficiencia en campo.
- Si se evidencio una sinergia significativa de la kairomona junto con las feromonas (Rhyncholure y Pherocon) a utilizar en las primeras evaluaciones, perdiendo gradualmente su efecto.

### Recomendaciones

- De acuerdo a los resultados obtenidos en campo, se recomienda la aplicación del tratamiento 1 (Rhyncholure + cebos: melaza agua relación 2:1 + caña de azúcar) puesto que tuvo la mayor eficiencia en captura de picudos negros con un costo relativamente económico por ha/mes.
- La volatilización total de la Kairomona (acetato de etilo) de uso industrial, en la investigación fue a los 60 días, con una tasa de volatilización de 0,11 g/día, no es recomendable su uso en campo debido a que eleva los costos de producción en \$1, 24 por ha/mes.
- Se recomienda analizar el uso de diferentes alternativas de difusores microscópicos de kairomona para futuras investigaciones.
- Se recomienda continuar con la investigación, en la época seca donde las condiciones agroclimáticas se modifican y mediante así determinar el tiempo de volatilización y efectividad de captura que tienen las feromonas comerciales potencializadas con acetato de etilo.



**Bibliografía:**

- Aldana de la Torre, J. (2016). *Factores que inciden en la captura de Rhynchophorus palmarum y la eficacia en el manejo del Anillo rojo\**. Bogota: Revista Palmas.
- De la Torre, R. (2011). *Manejo del Rhynchophorus palmarum L.* Bogota: ICA.
- A.S.D. (2019). *Feromonas y atrayentes para Rhynchophorus palmarum y Metamasius hemipterus*.  
Obtenido de <http://www.asd-cr.com/index.php/es/productos-y-servicios/feromonas>
- A.S.D. (2020). *Amazón Híbrido Compuesto*. Obtenido de <http://www.asd-cr.com/index.php/es/productos-y-servicios/semillas/15-amazon-hibrido-compuesto>
- Aldana de la Torre, & Moya, O. (2011). *Manejo del picudo Rhynchoporus palmarum L. (Coleoptera: Curculionidae)*. Colombia, ICA. 51 p. Colombia: ICA.
- Aldana de la Torre, J., Aldana de la Torre, R., & Moya, O. (2011). *Manejo del picudo Rhynchoporus palmarum L. (Coleoptera: Curculionidae)*. Colombia: ICA.
- Aldana, R., & Calvache, H. (1999). *Sagalassa valida Walker, barrenador de raíces de palma de aceite. Ceniavances (Colombia) 59: 1-4.* (Colombia) 59: 1-4.: Ceniavances.
- Alvarez, E. (2006). DNA Sequence Analysis of the 16S rRNA region of Phytoplasma associated with lethal wilt in oil palm. *Fitopatología Colombiana*, 39-44.

ANCUPA. (06 de 2018). Obtenido de <http://ancupa.com/wp-content/uploads/2018/06/PALMA-Abril-ANCUPA-.pdf>

ANCUPA. (5 de 2018). *Censo Palmero 2017 Ancupa, Ecuador*. Obtenido de <http://ancupa.com/wp-content/uploads/2018/06/PALMA-Abril-ANCUPA-.pdf>

Avila, M. (2008). *Evaluación de dos sistemas de distribución de trampas para la captura de Rhynchophorus palmarum (Coleoptera: Curculionidae). Trabajo de grado especialista en cultivos perennes industriales*. . Bogota: Universidad Nacional de Colombia. .

Baer Guevara, N. A. (2013). IDENTIFICACIÓN DEL O LOS AGENTE(S) CAUSAL(ES) DE LA MARCHITEZ LETAL EN PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis*), UTILIZANDO TÉCNICAS DE METAGENÓMICA Y BIOINFORMÁTICA. 2-80.

Barba, J. (2010). *Hibrido inter específico O x G - F1 Orellana (Taisha x Avros ) +características varietales*. Orellana, Ecuador: Sn.

Bolivar, G. (2017). *Acetato de Etilo: Estructura, propiedades, síntesis, usos, y riesgos*. Obtenido de [www.lifeder.com/acetato-etilo-de-riesgo](http://www.lifeder.com/acetato-etilo-de-riesgo)

Burbano, D. (2012). *Control en la producción y comercialización de palma africana en la hacienda la florida y mejoramiento de procesos contables*. Quito: Universidad Central del Ecuador

Calderon Vera, D. O. (2014). Evaluación de densidades de trampeo para la captura del cocotero (*Rhynchophorus palamarum*),. Guatemala: Universidad Rafael Landivar.

- Carreño Correa, R. (2013). *EVALUACIÓN DE CEBOS PARA EL CONTROL DE Rhynchophorus palmarum L. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN EL CULTIVO DE Elaeis guineensis JACQ (ARECALES: ARECACEAE)*. San Jose de Cucuta: Universidad Francisco Paula Santander.
- Cenipalma. (2010). *BIOLOGÍA, HÁBITOS Y MANEJO DE Rhynchophorus palmarum L. (Coleoptera: Curculionidae)*. Bogota: Javegraph Ltda.
- Cenipalma. (2019). *cenipal.org*. Obtenido de <https://www.cenipalma.org/sanidad/que-es-la-marchitez-letal-ml/>
- Chinchilla, C. (1988). *Síndrome del Anillo Rojo-Hoja Pequeña en Palma Aceitera y Cocotero*. San José: ASD Costa Rica.
- Chinchilla, C. (1992). El síndrome del anillo rojo-hoja pequeña en palma aceitera y cocotero. *Palmas (CO)* 13(1):33-56. *Palmas*, 33-56.
- Chinchilla, C. (2003). *Manejo integrado de problemas fitosanitarios en palma aceitera Elaeis guineensis en América Central*. Costa Rica: ASD Costa Rica.
- CIRAD. (2012). *Catálogo de variedades interespecífico de palma aceitera de Cirad*. Obtenido de <http://www.semillasdepalma.com/pdf/catalogodevariedadescirad.pdf>
- CORPEI. (2014). *Plan Mejora Competitiva de la cadena de palma aceitera*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/se-presento-del-plan-mejora-competitiva-de-la-cadena-de-palma-aceitera/>
- Cuadrado Chang, M. L., & Vera Delgado, H. (2012). *Estudio de trampa con atrayentes: feromona de agregación y frutas vegetales para capturas de adultos de "Gualpas" (Rhynchophorus*

*palmarum*) y “Picudosrallados” (*Metamasius sericeus*) en cocotero. Quevedo: Revista La Técnica.

Durand Gasselin, T., Turnbull, N., de Franqueville, H., Breton, F., Syahputra, I., & Cochard, B. (2017). Hallazgo y avances sobre Ganoderma en palma de aceite. Palmas.

ENSANUT. (2014). *ENSANUT Tomo II*. Obtenido de <https://www.salud.gob.ec/encuesta-nacional-de-salud-y-nutricion-ensanut/>

Fajardo , E., & Sarmiento, S. (2007). *Evaluacion del sustrato de caña, como sustrato para la produccion de saccharomyces cerevisiae*. Bogota: Universidad Pontifica Javeriana.

Giblin, D., Weissling, T., Oehlschlanger, A., & Gonzales, L. (1994). Field response of *Rhynchophorus cruentatus*. Col.: Curculionidae. to its aggregation pheromone and fermenting plant volatiles. . *Florida Entomologist* 77, 164-177.

GRIFFITH, R. (1968). *GRIFFITH, R. 1968. The mechanism of transmission of the red ring nematode. J. . 67: 436- 457.: Agr. Soc. Trin. Tob. .*

Griffith, R. (1978). *Epidemiology of the red ring disease of the coconut palm (Cocos nucifera) in Trinidad and Tobago. J. Agric. Soc. Trin Tob. 78: 200-217. Trinidad and Tobago: Agric. Soc. Trin Tob.*

INCORPORATED, T. (2017). *PHEROCON*. Obtenido de [http://www.sag.cl/sites/default/files/pherocon\\_tbm\\_12-11-2019.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/pherocon_tbm_12-11-2019.pdf)

INIAP. (2015). Manual del cultivo de palma aceitera . *INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias)*. , 107.

- INIAP. (2017). *Palma Africana en Santo Domingo*. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/palma-africana/>
- INNOVAGRI. (10 de 2019). Obtenido de <https://innovagri.ec/wp-content/uploads/2019/10/Feromona-Rhyncolure.pdf>
- Jaffé, K., Sánchez, P., Cerda, H., Hernández, J., & Jaffé, R. (1993). Chemical ecology of the palm weevil *rhynchophorus palmatum* L Col. Curculionidae: attraction to host plant and to a male-produced aggregation pheromone. *Chemical Ecology*, 1703-1720.
- 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*. Colombia - Cali: CIAT.
- Martínez L., G. S. (2010). Avances en la investigación de *Phytophthora palmivora*, el agente causal de la Pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 55-63.
- Martínez, G., Arias, N., & Sarri, G. (2009). *Manejo integrado de la Pudrición del cogollo (PC) de la Palma de aceite*. Bogota: Fedepalma.
- MCE. (Mayo de 2017). *Informe sector Palmicultor Ecuatoriano* . Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/informe-palma-esp%C3%B1ol-.pdf>
- Mendoza Anton, K. (30 de 06 de 2019). *El Universo*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/06/30/nota/7400397/enfermedad-que-mata-palma-aceitera-deja-desempleo-ecuador>

- Moya Murillo, O. (2015). Eficacia de trampas para capturar *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Dryophthoridae) en plantaciones de palma de aceite. *Revista Colombiana de entomología*, 40-41.
- Moya, O., & Aldana, R. (2009). *Evaluación de trampas para la captura de adultos de Rhynchophorus palmarum L. (Coleoptera: Curculionidae) en Tumaco (Nariño). Memorias XXXVI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Medellín, p.181.* Nariño: SN.
- Pazmiño Larreta , C. (2014). *FACTIBILIDAD DE UN ACUERDO COMERCIAL BILATERAL ENTRE ECUADOR E INDIA, PRODUCTO: ACEITE DE PALMA.* GUAYAQUIL : UCSG.
- Perez, A., Campos, Y., & Chinchilla, C. (1997). *Aggregation pheromones and host kairomones of West Indian sugarcane weevil, Metamasius hemipterus sericeus.* *Journal o. Costa Rica: Journal of Chemical Ecology.*
- Potter, L. (2011). La industria del aceite de palma en Ecuador : ¿Un buen negocio para los pequeños agricultores? *EUTOPIA*, 39-43.
- QUINTERO, J. L. (2010). Dinámica de captura de adultos de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) en la red de monitoreo de la Zona Occidental. *Palmas* 31 (4): . *Palmas* , 17-27.
- Ramírez, P. (1996). Las feromonas de insectos y su aplicación en agricultura ( INRA, Unidad de Fitofarmacia y Mediadores Químicos. Route de Saint-Cyr, 78026 Versailles, Cedex, Francia. *Palmas*, 17, 27-32.
- Rocha, P. (2007). *Sanidad de la palma de aceite investigación de diagnostico integral liderada por el gremio palmero colombiano.* Cali: Palmas.

- Rochat , D., González , A., Mariau , D., & Villanueva, A. (1991). Evidence for male-produced aggregation pheromone in American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Chemical Ecology* 17, 1221-1230.
- Sandoval Esquivas, A. (2011). *Programa Estrategico Para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur de Mexico-Paquete tecnológico palma de aceite*. Mexico: Inifab.
- Sierra Marquez, J., & Sierra Marquez , L. (2017). *Potencial económico de la palma aceitera (Elaeis guineensis jacq)* (Vol. 28). Costa Rica: Agronomía Mesoamerica.
- Tiaguaro, Y. (2011). La industria palmícola: expansión y penetración en las economías campesinas. En: Brassel, F., Breilh, J. and Zapatta, A. (eds), *Agroindustria y soberanía alimentaria: hacia una Ley de Agroindustria y empleo agrícola*. SIPAE, 57-72.
- Tovar, J., & Páez, L. (1998). *Caracterización de las principales pudriciones de estipe de la palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq.), en la Zona Norte de Colombia*. Santa Fé de Bogota: Cenipalma.
- Vacas , S., Abad-Payá , M., Primo , J., & Navarro-Llopis , V. (2014). Identification of pheromone synergists for *Rhynchophorus ferrugineus* trapping systems from *Phoenix canariensis* palm volatiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62(26): 6053-6064. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62(26): 6053-6064, 62(26): 6053-6064.
- Vacas, S., Primo , J., & Navarro, V. (2013). Advances in the use of trapping systems for *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera Curculionidae: Traps and attractants. *J. Econ. Entomol*, 1739-1746.

Vivas Resabala , S. J. (2016). EVALUACIÓN DE CEBOS VEGETALES MAS 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. *Repositorio UTEQ*, 11-18. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1893/1/T-UTEQ-0041.pdf>