



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

Proyecto de investigación  
previo a la obtención del título  
de Ingeniero Agrónomo

**Título del Proyecto de Investigación:**

“Evaluación de dos herbicidas biológicos en el control de malezas en corona  
en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.)”

**Autor:**

Johnny Raúl Mawyin Alonzo

**Director del Proyecto de Investigación:**

Dra. Silvia Gicela Saucedo Aguiar

**Quevedo – Los Ríos – Ecuador**

**2020**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **JOHNNY RAÚL MAWYIN ALONZO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado de calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en el documento.

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

Atentamente;

---

**JOHNNY RAÚL MAWYIN ALONZO**  
**AUTOR**

# **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

La suscrita **Dra. SILVIA GICELA SAUCEDO AGUIAR**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **JOHNNY RAÚL MAWYIN ALONZO**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**EVALUACIÓN DE DOS HERBICIDAS BIOLÓGICOS EN EL CONTROL DE MALEZAS EN CORONA EN EL CULTIVO DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis Jacq.*)**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente;

---

**Dra. SILVIA GICELA SAUCEDO AGUIAR**  
DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN





**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TÍTULO:**

“EVALUACIÓN DE DOS HERBICIDAS BIOLÓGICOS EN EL CONTROL DE MALEZAS EN CORONA EN EL CULTIVO DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq.)”

PRESENTADO A LA COMISIÓN ACADÉMICA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR:**

JOHNNY RAÚL MAWYIN ALONZO

APROBADO POR:

---

Dr. Favio Herrera Eguez

**Presidente del Tribunal de Sustentación**

---

Ing. David Campi Ortíz

**Miembro del Tribunal**

---

Ing. Moisés Menace Almea

**Miembro del tribunal**

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2020

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por haberme dado la oportunidad de culminar mi carrera universitaria, por haberme ayudado en este largo y difícil trayecto, por haber puesto personas importantes en mi camino que me han ayudado a llegar a donde he llegado.

A mis padres por su esfuerzo por haberme apoyado para continuar con mis estudios y confiar en mí, especialmente a mi madre que siempre ha estado y estará para mí en los buenos y malos ratos, gracias por tenerme tanta confianza. También a mi señora abuela Digna Cevallos, a mi tío Darwin Alonzo por su colaboración y disposición a la distancia que siempre ha sido de gran ayuda.

A la Secretaria de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación por auspiciar la beca de estudio de parte de mi carrera universitaria, ayuda económica que ha solventado este trabajo de investigación y del costo externos que genera la universidad.

Agradecer a los diferentes docentes que me han dado su mano amiga para alcanzar este logro, a los Ing. Ramiro Gaibor, César Bermeo, al Ec. Flavio Ramos por dar su tiempo a disposición de dudas e inquietudes que se generaron a lo largo del proceso.

Y sin duda alguna a mis compañeros que han estado y han ayudado a la largo de este tiempo que han ayudado a que la rutina no se vuelva tan hostigosa y rigurosa, por ponerle sazón, muchas gracias a todos.

A los miembros del tribunal de sustentación el Dr. Fabio Herrera Eguez, presidente, a los ingenieros David Campi Ortíz y Moisés Menace Alameda por sus sugerencias y recomendaciones para mejorar la redacción del proyecto de investigación y a la Dra. Silvia Saucedo Aguiar, directora del proyecto por dar su tiempo a disposición y guiar el trabajo hacia buen puerto con sus recomendaciones.

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente Proyecto de Investigación primero a Dios, por haberme dado vida y permitirme superarme día a día en esta larga travesía que ha sido la vida universitaria.

A mis padres, pilares fundamentales de mi vida, a quienes amo con mi vida; a mis familiares y amigos cercanos, que me han acompañado en este camino, dando su apoyo incondicional.

Muchas gracias a todos por todo lo que han hecho por mí, de corazón.

## RESUMEN

La palma africana es un cultivo con mucha demanda por sus usos industriales y como la nueva fuente de biocombustible, la cual conlleva a un manejo agronómico adecuado principalmente en su nutrición y control de malezas, evidenciando la utilización de productos biológicos para su manejo y control evitando los químicos. El objetivo fue: analizar la eficiencia de los herbicidas biológicos en el control de malezas de hoja ancha y angosta en la corona de palma africana. Fue realizado en el Km 6 ½ vía a Buena Fe, en los meses de marzo a julio. Se utilizó un diseño BCA con arreglo factorial de  $2 \times 3 + 2$  en 3 repeticiones utilizándose una plantación ya establecida de 7 años de edad. Los factores estudiados fueron a) dos herbicidas biológicos y b) dosis (1.0 L, 1.5 L y 2.0L), más un testigo químico y uno mecánico con su interacción. El índice de malezas antes de empezar el estudio, fue estadísticamente igual, las malezas que se presentaron en mayor porcentaje fueron las Poaceae, el control de malezas a los 10 días el testigo químico en 1.5 L fue 20.00% mayor al mejor tratamiento biológico de ácido acético + Eugenol + Carfentrazona en 2.0L. A partir de los 20 días la eficiencia se equilibra entre T7 y los herbicidas biológicos, siendo estadísticamente igual en las dosis de 1.5 y 2.0 L hasta el final de la evaluación a los 120 DDA. El herbicida de mejor comportamiento fue de ácido acético + eugenol + carfentrazona en la dosis de 2.0 L. La relación costo – eficiencia el ácido acético + Eugenol en 1.5L obtuvo un menor costo de tratamiento siendo el opcionado para malezas de hoja ancha, el ácido acético + Eugenol + Carfentrazona en 1.5 L fue el indicado para malezas de hoja ancha y angosta.

**Palabras claves:** Palma africana, malezas, control, herbicidas biológicos, eficiencia, costo.

## ABSTRACT

African palm is a crop with a lot of demand for its industrial uses and as the new source of biofuel, which leads to adequate agronomic management mainly in its nutrition and weed control, evidencing the use of biological products for its management and control avoiding the chemists. The objective was to analyze the efficiency of biological herbicides in the control of broad and narrow leaf weeds in the African palm crown. It was carried out at Km 6 ½ via Buena Fe, in the months of March to July. A BCA design with a 2x3 + 2 factorial arrangement in 3 repetitions was used using an already established 7-year-old plantation. The factors studied were a) two biological herbicides and b) doses (1.0 L, 1.5 L and 2.0L), plus a chemical and a mechanical control with their interaction. The weed index before starting the study was statistically the same, the weeds that appeared in a higher percentage were the Poaceae, the weed control at 10 days the chemical control at 1.5 L was 20.00% higher than the best biological acid treatment Acetic + Eugenol + Carfentrazone in 2.0L. From 20 days the efficiency is balanced between T7 and the biological herbicides, being statistically equal in the doses of 1.5 and 2.0 L until the end of the evaluation at 120 DDA. The herbicide with the best performance was acetic acid + eugenol + carfentrazone at a dose of 2.0 L. The cost - efficiency ratio acetic acid + Eugenol in 1.5L obtained a lower treatment cost being the option for broadleaf weeds, the acid Acetic + Eugenol + Carfentrazone in 1.5L was indicated for broad and narrow leaf weeds.

**Keywords:** African palm, weeds, control, biological herbicides, efficiency, cost.

# ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
ÍNDICE.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiv
CÓDIGO DUBLIN.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

## **CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

1.1. Problema de Investigación.....	3
1.2. Justificación .....	4
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivos Específicos .....	5

## **CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.**

2.1. Marco Teórico.....	7
2.1.1. Generalidades del cultivo de palma africana .....	7
2.1.2. Importancia de la palma africana en el Ecuador .....	7
2.1.3. Distribución geográfica de palma africana .....	7
2.1.4. Generalidades de las malezas en el cultivo de palma africana .....	8
2.1.5. Manejo del cultivo de palma africana.....	9
2.1.6. Cuantificación de la eficiencia del control .....	13
2.1.7. Cuantificación de la cobertura .....	14
2.1.8. Análisis de costos.....	14

### **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.**

3.1.	Localización de la investigación.....	16
3.2.	Características agro climáticas.....	16
3.3.	Tipo de investigación.....	16
3.4.	Métodos de investigación .....	16
3.5.	Fuente de recopilación de la investigación .....	17
3.6.	Materiales.....	17
3.7.	Factores estudiados .....	17
3.8.	Diseño experimental y análisis estadístico .....	18
3.9.	Instrumentos de investigación .....	19
3.9.1.	Material Genético .....	19
3.9.2.	Manejo del ensayo .....	19
3.9.3.	Datos registrados y formas de evaluación .....	20

### **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

4.1.	Resultados.....	23
4.1.1.	Índice de malezas en la plantación .....	23
4.1.2.	Identificación taxonómica de las malezas presentes en el cultivo.....	24
4.1.3.	Eficiencia del control de malezas .....	25
4.1.4.	Malezas de hoja ancha y hoja angosta controladas por los herbicidas estudiados ..	37
4.1.5.	Análisis de Costos.....	40
4.2.	Discusión .....	41

### **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	CONCLUSIONES.....	44
5.2.	RECOMENDACIONES.....	45

### **CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA.**

6.1.	BIBLIOGRAFÍA .....	47
------	--------------------	----

### **CAPÍTULO VII. ANEXOS.**

7.1.	Anexos .....	51
------	--------------	----

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Superficie total de palma africana en cada una de las provincias del Ecuador. ....	8
<b>Tabla 2:</b> Materiales/equipos utilizados en la investigación. ....	17
<b>Tabla 3:</b> Esquema del análisis de varianza utilizado en el experimento .....	18
<b>Tabla 4:</b> Clasificación del grado de efectividad del herbicida en el control de malezas...21	
<b>Tabla 5:</b> Promedios de índice de malezas en la corona de palma antes de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	23
<b>Tabla 6:</b> Identificación taxonómica de malezas presentes en el área de estudio.....	24
<b>Tabla 7:</b> Eficiencia del control de malezas con los tratamientos en estudio 10 DDA en la corona de la palma.....	26
<b>Tabla 8:</b> Eficiencia del control de malezas con los tratamientos en estudio 20 DDA en la corona de la palma.....	27
<b>Tabla 9:</b> Eficiencia del control de malezas con los tratamientos en estudio 30 DDA en la corona de la palma.....	28
<b>Tabla 10:</b> Eficiencia del control de malezas con los tratamientos en estudio 40 DDA en la corona de la palma.....	30
<b>Tabla 11:</b> Eficiencia del control de malezas con los tratamientos en estudio 60 DDA en la corona de la palma.....	31
<b>Tabla 12:</b> Eficiencia del control de malezas con los tratamientos en estudio 80 DDA en la corona de la palma.....	32
<b>Tabla 13:</b> Eficiencia del control de malezas con los tratamientos en estudio 100 DDA en la corona de la palma.....	34
<b>Tabla 14:</b> Eficiencia del control de malezas con los tratamientos en estudio 120 DDA en la corona de la palma.....	35
<b>Tabla 15:</b> Análisis de costo de la aplicación de los herbicidas biológicos en estudio con los testigos químico y mecánico y su relación costo/eficiencia.....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Esquema del Sistema radicular de la planta de Palma Africana.....	9
<b>Figura 2:</b> Resumen de promedios de eficiencia mostrado por los herbicidas en cada período de evaluación.....	36
<b>Figura 3:</b> Identificación de malezas de hoja ancha controladas por los herbicidas en el cultivo de palma africana.....	37
<b>Figura 4:</b> Identificación de malezas de hoja angosta controladas por los herbicidas en estudio en el cultivo de palma africana.....	39

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Cuadro de madera de 1m <sup>2</sup> dividido en cuadrantes de 0,25cm.....	51
<b>Anexo 2:</b> Toma de datos de índice de malezas antes de la aplicación de los tratamientos en el lugar del experimento. ....	51
<b>Anexo 3:</b> Eficiencia del control de malezas 10 días después de la aplicación (dda) de los tratamientos: a) T1, b) T2, c) T3, d) T4, e) T5 y f) T6. ....	52
<b>Anexo 4:</b> Eficiencia en el control de malezas 20 días después de la aplicación de los tratamientos: a) T3, b) T6 y c) T8. ....	52
<b>Anexo 5:</b> Corona de palma africana con presencia de retorno de malezas 30 DDA para los tratamientos en la dosis de 1.0 L. a) ácido acético + eugenol y b) ácido acético + eugenol+ carfentrazona. ....	53

## CÓDIGO DUBLIN

Título:	“EVALUACIÓN DE DOS HERBICIDAS BIOLÓGICOS EN EL CONTROL DE MALEZAS EN CORONA EN EL CULTIVO DE PALMA AFRICANA ( <i>ELAEIS GUINEENSIS JACQ.</i> )”
Autor:	Johnny Raúl Mawyin Alonzo
Palabras claves:	Palma africana, malezas, control, herbicidas biológicos, eficiencia, costo.
Fecha de publicación:	
Editorial:	Quito: EPN, 2019
Resumen: (hasta 300 palabras)	<p>La palma africana es un cultivo con mucha demanda por sus usos industriales y como la nueva fuente de biocombustible, la cual conlleva a un manejo agronómico adecuado principalmente en su nutrición y control de malezas, evidenciando la utilización de productos biológicos para su manejo y control evitando los químicos. El objetivo fue: analizar la eficiencia de los herbicidas biológicos en el control de malezas de hoja ancha y angosta en la corona de palma africana. Fue realizado en el Km 6 ½ vía a Buena Fe, en los meses de marzo a julio. Se utilizó un diseño BCA con arreglo factorial de 2x3+2 en 3 repeticiones utilizándose una plantación ya establecida de 7 años de edad. Los factores estudiados fueron a) dos herbicidas biológicos y b) dosis (1.0 L, 1.5 L y 2.0L), más un testigo químico y uno mecánico con su interacción. El índice de malezas antes de empezar el estudio, fue estadísticamente igual, las malezas que se presentaron en mayor porcentaje fueron las Poaceae, el control de malezas a los 10 días el testigo químico en 1.5 L fue 20.00% mayor al mejor tratamiento biológico de ácido acético + Eugenol + Carfentrazona en 2.0L. A partir de los 20 días la eficiencia se equilibra entre T7 y los herbicidas biológicos, siendo estadísticamente igual en las dosis de 1.5 y 2.0 L hasta el final de la evaluación a los 120 DDA. El herbicida de mejor comportamiento fue de ácido acético + eugenol + carfentrazona en la dosis de 2.0 L. La relación costo – eficiencia el ácido acético + Eugenol en 1.5L obtuvo un menor costo de tratamiento siendo el ocionado para malezas de hoja ancha, el ácido acético + Eugenol + Carfentrazona en 1.5 L fue el indicado para malezas de hoja ancha y angosta.</p>
Descripción:	
URI:	

# INTRODUCCIÓN

La palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) es una planta originaria de África de allí deriva su nombre, de su fruto se extrae el aceite que tiene varios usos industriales. Al fraccionar el aceite de palma se obtienen dos productos: la oleína y la estearina de palma. La primera se mezcla con cualquier aceite vegetal y la otra sirve para producir grasas, principalmente margarinas y jabones (Fedepalma, 2019). También se lo utiliza como nuevas fuentes de biocombustible; liberando a la humanidad de combustibles derivados del petróleo (MAG, 2017). Es uno de los cultivos que tiene una mayor demanda a nivel internacional que contempla un futuro apetecible y agraciado para los productores en general.

Hoy Malasia, Indonesia y Nigeria son los mayores productores del mundo de aceite de palma (con más del 78%), ostentando rendimientos que se aproximan a 20 Tm/ha, alcanzando incluso picos de hasta 25 Tm/ha. En Ecuador, es una plantación que va ganando terreno principalmente en la Amazonía donde existen 33,802.58 hectáreas aproximadamente (Aguilar, 2017); a pesar de ello, debido a deficiencias en el manejo agronómico y a la falta de inversión en tecnología para el desarrollo del cultivo, el rendimiento es uno de los más bajos de la región con 14.12 Tm/ha aproximadamente (MAG, 2017) en comparación con los países vecinos que su rendimiento se maneja entre 16.65 y 15.00 refiriéndose a Colombia y Perú respectivamente.

Dentro del manejo agronómico que debe dársele a la plantación, está el correcto control de malezas en la corona para evitar una competencia por agua, nutrientes y espacio (Palmerablog, 2008). Por tanto, el control de estas es una labor importante dentro del manejo adecuado del cultivo de palma africana, la cual tiene una gran demanda de recursos económicos que se amortizan con el uso irresponsable de herbicidas químicos para su combate que tiene efectos nocivos en la diversidad de micro y macro organismos existentes, que con el tiempo conlleva a la pérdida de vida en el suelo.

Una de las nuevas alternativas tecnológicas existentes es el uso de productos biológicos de procedencia orgánica y casi nula toxicidad para el control de malezas. La utilización sustancias alelopáticas o extractos naturales para la formulación de herbicidas que no tengan un efecto tóxico para ninguno de los actores y que prolongue la vida del suelo y no creen

resistencias en las malezas, herbicidas orgánicos o herbicidas con insignificantes porciones de derivados químicos que colaboren para una agricultura más ecológica y rentable, que pueda mantener la biodiversidad y fertilidad de los suelos promoviendo en general frutos de calidad y sin residuos químicos que después de los procesos de industrialización o comercialización llegue a afectar la salud humana.

## **CAPÍTULO I**

### **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de Investigación**

### **1.1.1. Planteamiento del Problema**

El control de malezas en el cultivo de palma africana es una práctica importante en el manejo del cultivo, debido a la competencia que se genera tanto en agua, luz y nutrientes, que afectan directamente en su desarrollo, además de interferir con labores de fertilización y cosecha. El control de malezas es una de las actividades más costosas del sector palmicultor, que lo disminuye con el uso indiscriminado de herbicidas químicos que afectan la biología del suelo por el alto grado de toxicidad de los mismos, además de generar resistencia de las malezas a los agroquímicos utilizados. Por ello se hace conveniente el uso de herbicidas específicos de base natural que controlen las malezas existentes en el cultivo y no destruyan los organismos benéficos existentes.

### **1.1.2. Formulación del Problema**

¿Qué tan eficientes son los dos herbicidas biológicos en el control de malezas en la corona del cultivo de palma africana?

### **1.1.3. Sistematización del Problema**

¿Qué tan eficientes son los herbicidas biológicos para el control de las diferentes malezas existentes en la corona del cultivo de palma africana?

¿Qué dosis de los dos herbicidas biológicos en estudio tiene un control de malezas eficiente?

¿Cuál tratamiento es más eficiente y rentable de utilizar para el productor?

## **1.2. Justificación**

Las malezas en el cultivo de palma africana entran en franca competencia por los recursos del suelo, además de interferir con recolección de fruta suelta. Por lo tanto, la limpieza de la corona es necesaria para lograr una producción rentable económicamente y evitar problemas con el desarrollo vegetativo de la planta debido a esfuerzo de ésta para maximizar la absorción de nutrientes. El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad promover el uso de herbicidas biológicos para el control de malezas en el cultivo de palma africana reduciendo daños ecológicos y satisfacer necesidades de la población sin comprometer las futuras generaciones.

Así mismo, el uso excesivo e inadecuado de herbicidas químicos repercuten directamente en la diversidad de la fauna y flora del suelo, en el desarrollo de la planta de palma, en el estímulo de malezas a generar resistencia y en los residuos tóxicos que llegan acumularse que con el pasar de los años vuelven a ese suelo inerte y sin la capacidad de poder cultivar otras especies e incluso llegan a afectar la calidad del aceite extraído de los frutos; afectando así, la salud humana.

Con este propósito es necesario utilizar nuevos métodos de control de malezas en base a herbicidas biológicos o con bajas concentraciones químicas que en la actualidad existen en el mercado, reduciendo daños a la planta y al entorno de ella. De la misma forma se busca dotar a los palmicultores en general de nuevas técnicas de control de malezas en el cultivo para evitar la contaminación de los suelos agrícolas y la muerte de la biología que existe en el mismo.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Analizar la eficiencia de los herbicidas biológicos en el control de malezas de hoja ancha y angosta en la corona del cultivo de palma africana.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar la eficiencia de los herbicidas para el control de malezas en corona del cultivo de palma africana.
- Establecer la dosis con mayor eficiencia en el control de malezas de hoja ancha y angosta.
- Realizar el análisis de costos de la aplicación de los herbicidas en función de la eficiencia observada en el control de malezas de hoja ancha y angosta en el cultivo de palma africana.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco Teórico**

### **2.1.1. Generalidades del cultivo de palma africana**

La palma de aceite es una planta tropical propia de climas cálidos que crece en altitudes de 0 a 500 msnm. Su nombre científico es *Elaeis guineensis Jacq* (Technoserve, 2016).

Para los países tropicales, la palma de aceite representa una alternativa de excelentes perspectivas para el futuro. Este cultivo produce 10 veces más del rendimiento de aceite proporcionado por la mayoría de los otros cultivos oleaginosos (Saénz, 2014).

El cultivo de palma de aceite en Ecuador arranca por allá por la década del 50, en una propiedad de 52 hectáreas. Esta plantación más bien se podría calificar como una prueba de adaptación del cultivo a las condiciones agroclimáticas del país (Loaiza, 2015).

### **2.1.2. Importancia de la palma africana en el Ecuador**

La palma aceitera se constituye en uno de los principales rubros agroindustriales del Ecuador, cuya generación de divisas va en incremento, gracias a la producción del aceite, así para el año 2016 se obtuvieron 564 mil toneladas de aceite crudo. El cultivo de palma en el país genera fuentes de empleo directo e indirecto para aproximadamente 140,000 personas, de la misma manera el 87.1 % de los palmicultores poseen áreas de cultivo menores a 50 hectáreas lo que refleja su impacto social (Dominguez, 2018).

Si bien la productividad se ha incrementado considerablemente (14.12 Tm/ha) en los últimos años, sigue siendo menor a la de Colombia y Perú, quienes tienen un rendimiento de 16.65 y 15.00 Tm/ha, respectivamente; debido a que estos países realizan fuertes inversiones en tecnología para el desarrollo de este cultivo (MAG, 2017).

### **2.1.3. Distribución geográfica de palma africana en el Ecuador**

Según el último censo palmero realizado en 2017 por ANCUPA – FEDEPAL – AEXPALMA – APROGRASEC y el MAG, se pudo determinar que los productores de

palma se encuentran distribuidos en 13 provincias a nivel nacional, ocupando 58 cantones y 144 parroquias (Tabla 1). 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).

**Tabla 1:** Superficie (ha) total de palma africana en cada una de las provincias del Ecuador.

<b>PROVINCIA</b>	<b>SUPERFICIE (ha)</b>	<b>PLANTACIONES</b>
Bolívar	466.00	12
Cotopaxi	1,789.92	20
El Oro	297.00	2
Esmeraldas	116,430.48	3280
Guayas	14, 802.83	147
Imbabura	4,099.88	135
Los Ríos	39,146.08	913
Manabí	8,604.64	994
Orellana	12,617.65	346
Pichincha	17,504.95	671
Santa Elena	156.45	3
Santo Domingo	20,020.71	700
Sucumbíos	21,184.93	926
<b>TOTAL</b>	<b>257,120.93</b>	<b>8149</b>

FUENTE: CENSO PALMERO 2017 (ANCUPA)

#### **2.1.4. Generalidades de las malezas en el cultivo de palma africana**

Las malezas son especies vegetales que afectan el potencial productivo de la superficie ocupada o el volumen de agua manejado por el hombre. Este daño puede ser medido como pérdida del rendimiento agrícola por unidad de área cultivable o también reflejando la afectación de la productividad de una empresa comercial (Labrada *et al*; 2017).

Las malezas presentan un crecimiento rápido (competencia), abundante producción de semillas, reproducción sexual y asexual, amplio rango de adaptabilidad y extensos métodos de dispersión (Technoserve, 2016). Por ende, la lucha contra las malezas en la producción de palma africana sitúa al productor en un lugar bastante complejo provocando disminución

en su desarrollo inicial con disminuciones considerables de rendimiento en su etapa de producción (Pitty y Muñoz, 2014).

Las malezas resistentes a herbicidas son el resultado de una conjunción de factores concurrentes tales como: siembra directa, escasez de rotaciones, genética de resistencia al glifosato y el uso de este herbicida como mono producto, así como la aplicación recurrente de diferentes herbicidas con idéntico modo de acción (Zubiazarreta y Díaz, 2014).

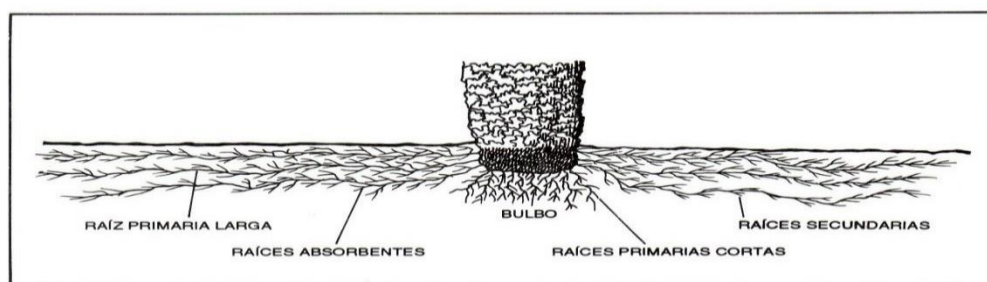
Las malezas que predominan mayormente en los cultivos de palma africana en nuestra zona son las “malvillas” *Pavonea sidaefolia*, “pueraría” *Pueraria phaseoloide*, “engorda machos” *Melanthera aspera* y el “pasto Saboya” *Panicum phaseoloide*, y en gran proporción las pertenecientes a la familia de las *Poaceae*(Becerra, 2017).

## 2.1.5. Manejo del cultivo de palma africana

El proceso de mantenimiento de cultivo comprende las etapas del control de malezas, control de plagas y enfermedades, manejo nutricional del cultivo, manejo del balance hídrico y poda. La palma necesita protección contra la competencia de otros vegetales por agua, luz, nutrientes y cuidados en su estado sanitario (Palmerablog, 2015).

### 2.1.5.1. Control de malezas en palma africana

En una plantación adulta el efecto de las malezas sobre el cultivo es más bien indirecto al interferir con las labores de cosecha, recolección de frutos caídos, el trampeo o la evaluación de la plantación (Garita, 2016). La palma tiene un sistema radicular bastante superficial (Figura 1). Que debe ser considerado al valorar el efecto de las malezas y en el control químico.



**Figura 1:** Esquema del Sistema radicular de la planta de Palma Africana.  
**Fuente:** León J. 1987

La supresión o control de malezas consiste en el uso de diferentes prácticas, que por lo general se recomienda sean rotativas para reducir las poblaciones de malezas ya sean estas de hoja ancha, hoja angosta o ciperáceas a un punto en que el impacto económico que puedan causar sea minimizado utilizando prácticas: cultural, mecánica-física, biológica y química (Pitty y Muñoz, 2014).

Para realizar las aplicaciones de herbicidas se deben tomar en cuenta varios aspectos, entre los cuales destacan el conocer las características morfológicas/fenológicas de la maleza para definir el herbicida que cuenta con el mecanismo que la afecte y el momento de aplicación.

El costo de esta labor representa aproximadamente el 50 % en el periodo de desarrollo de la planta (1-3 años), y el 30 % en las plantaciones adultas, la planeación de esta labor, así como su ejecución y supervisión requiere de calidad y eficiencia, ya que su manejo debe partir de bases prácticas y técnicas sobre las cuales están las decisiones.

#### **2.1.5.2. Control de malezas tradicional o químico**

Este método consiste en el manejo y utilización de herbicidas como medios de control de las malezas presentes. Los herbicidas, llamados también matamalezas, son productos químicos (líquidos y granulares) de diferente formulación y dosificación que se utilizan en combinación con otros métodos para el combate y erradicación de las malezas y otras plantas indeseables (Villanueva, 2015).

- **Glufosinato de amonio**

Herbicida de contacto no selectivo, con algo de acción sistémica. Es un herbicida en donde la translocación ocurre solamente dentro de las hojas, predominantemente de la base de la hoja a la punta de la hoja, que se utiliza para el control de una amplia gama de malezas anuales y perennes de hoja ancha y gramíneas en frutales, viñedos, palma aceitera, árboles ornamentales y arbustos, tierras no cultivadas y preemergencia en hortalizas.

El mecanismo de acción de este herbicida se presenta como una inhibición de la enzima glutamina – sintasa, lo cual conlleva a la acumulación de iones amonio, y la inhibición de la

fotosíntesis. Este herbicida ha sido categorizado en la escalada toxicológica II (moderadamente peligroso) (Crystal Chemical, 2018).

### 2.1.5.3. Control de malezas a base de herbicidas biológicos

En las últimas décadas se han logrado significativos avances para obtener sustancias químicas o biológicas que sean menos tóxicas para el ambiente y el hombre y, al mismo tiempo, más selectivas respecto a los cultivos donde se usen. Dentro del control biológico se ha planteado la utilización de compuestos alelopáticos en la formulación de herbicidas. El término alelopatía se refiere a los efectos detrimentales de una especie de planta superior o donante sobre la germinación, crecimiento y desarrollo de otra especie de planta receptora (Celis *et al*; 2016).

Las plantas sintetizan diferentes metabolitos que semejan la acción de los químicos sintéticos con la ventaja de que son biodegradables. Actualmente, como resultado de algunas investigaciones se pueden conseguir en el mercado productos que por su naturaleza son biodegradables o que no dañan al ambiente (García *et al*; 2015).

Los herbicidas orgánicos o biológicos están hechos de ingredientes naturales. Son herbicidas libres de químicos. Existen tres principales que son comúnmente utilizados: ácidos, ácidos grasos, inhibidores de crecimiento con sal.

- a) **Ácidos.** – los herbicidas ácidos contienen ingredientes como limón, lima o vinagre. La concentración ácida del herbicida orgánico es usualmente del 15 al 20 por ciento. El ácido destruye la capa protectora de las hojas que toca, haciéndolas que estas mueran. El ácido también puede caer en las raíces haciendo que muera la planta.
- b) **Ácidos grasos.** – disuelven las membranas de las hojas de las plantas, que causa que se sequen y mueran. Un ingrediente común en este tipo de herbicidas es la grasa ácida del jabón de coco. Como cualquier ácido graso matarán cualquier planta que toquen.
- c) **Inhibidores de germinación.** – el más utilizado es la harina de gluten de maíz. Este previene que las nuevas plantas crezcan, pero no dañará a las que ya tienen un sistema de raíz. Prevé que crezcan nuevas hierbas o para matar a las que han salido pero que aún no desarrollan la raíz (Camaleo, 2018).

Herbicidas específicos de base natural incluyen el ácido acético, ácido cítrico, el aceite de los cítricos, y aceite de clavo (Eugenol). Estos materiales son de post – emergencia, no selectivos, herbicidas de contacto que trabajan de diversas maneras, pero básicamente alteran las membranas celulares causando que las plantas desequen. Funcionan mejor en las plantas jóvenes y tienen múltiples aplicaciones, suelen ser necesarios para controlar malezas perennes o pre – emergentes (Dayan et al, 2017).

- **Ácido acético 15% + 1% Eugenol**

Es un herbicida orgánico post – emergente en estudio diseñado para el control de pajas (gramíneas) montes (hoja ancha), cortaderas (Ciperáceas). Dentro de sus ventajas se destacan:

- Es amigable con el medio ambiente ya que por su carencia de olor no afecta en el ecosistema manteniendo el mismo ritmo de los animales en su hábitat.
- Tiene sustancias orgánicas muy bien escogidas para eliminar la maleza de su campo causando el mínimo impacto en el suelo trabajando como regulador de pH.
- Al contacto con el suelo se integra con la materia orgánica convirtiéndose así en un producto completamente biodegradable.
- Su rápida degradación puede ser favorable pues disminuye el riesgo de residuos en los alimentos, presentan una acción más específica y son biodegradables (Agroorganico, 2018).

**Ingredientes Activos:**

Materia Orgánica:	72%
Ácido Acético:	15%
Sustancias Homeopáticas:	10%
Sustancias Orgánicas adherentes:	2%
Eugenol:	1%

- **Ácido acético 15% + 1% Eugenol + Carfentrazona**

Es un herbicida sistémico semi – orgánico, post – emergente en estudio diseñado para el control de pajas (gramíneas) montes (hoja ancha), cortaderas (Ciperáceas) (Agroorganico, 2018). Entre sus ventajas se puede mencionar:

- Es amigable con el medio ambiente ya que por su carencia de olor no afecta en el ecosistema manteniendo el mismo ritmo de los animales en su hábitat.
- Tiene sustancias orgánicas e inorgánicas teniendo así un equilibrio en llevarse malezas más fuertes y con un mínimo impacto dentro de su cultivo sin afectar el metabolismo del mismo.
- Al contacto con el suelo no altera el pH del mismo.
- No afecta la salud humana, ya que al momento de aplicarlo no sufre ningún tipo de intoxicación.
- Su rápida degradación puede ser favorable pues disminuye el riesgo de residuos en los alimentos, presentan una acción más específica y son biodegradables, lo que le permite tener un nivel bajo de peligrosidad relativamente.

### **Ingredientes Activos**

Materia Orgánica:	71,99%
Ácido Acético:	15%
Sustancias Homeopáticas:	10%
Sustancias Orgánicas adherentes:	2%
Eugenol:	1%
Carfentrazona:	0,001%

### **2.1.6. Cuantificación de la eficiencia del control**

La eficiencia del control de malezas del herbicida se refiere al grado de incidencia en la detención del crecimiento de la planta, presencia de síntomas de fototoxicidad y/o muerte de la planta (Alán *et al*; 2013).

La investigación de malezas ha estado centrada principalmente hacia los sistemas de control; definirlos, probar su eficacia, mejorar su eficiencia, etc. En las pruebas de parcelas experimentales, generalmente se obtiene información básica sobre el comportamiento del producto, entre las que se destaca la efectividad, selectividad, residualidad, entre otros.

En los sistemas de evaluación del control de malezas la evaluación más común es la de la fototoxicidad de la maleza, en esta se asigna un porcentaje de la escala del 0 al 100

dependiendo del grado de control ejercido en la maleza por el herbicida (Pitty y Muñoz, 2014).

### **2.1.7. Cuantificación de la cobertura**

La cobertura de una especie es la porción del terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos y se expresa como porcentaje de la superficie total según Alán y colaboradores (2013).

En cuanto al levantamiento de poblaciones de malezas, algunos de los métodos más empleados son la determinación de la frecuencia, la densidad y la cobertura. Este último es muy empleado, por el motivo de que se refiere al área de la superficie cubierta por las malezas y puede estimarse mediante la apreciación visual (De la Cruz, 2015).

### **2.1.8. Análisis de costos**

Un análisis de costos es uno de los cuatro tipos de evaluación económica (los otros tres son el análisis de costo-beneficio, el análisis de costo-efectividad y el análisis de costo-utilidad). Efectuar un análisis de costos, como su nombre lo indica, se enfoca en los costos de implementar un programa sin tener en cuenta el resultado final (Mirambeu, 2013). El análisis de costo es simplemente, el proceso de identificación de los recursos necesarios para llevar a cabo la labor o proyecto del voluntario.

## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Localización de la investigación**

El presente trabajo de investigación se realizó en la finca de propiedad del Sr. Johnny Mawyin Peralta, localizada en el km 6 ½ de la Vía Quevedo – Buena Fe, cantón Buena Fe. Está ubicada geográficamente a 0°57'25.0416" latitud Sur y 79°28'21.5364" longitud Oeste, Provincia de Los Ríos, en los meses de marzo a julio.

### **3.2. Características agro climáticas**

La zona de estudio presenta un clima tropical húmedo con temperatura media anual de 25°C, humedad relativa del 78%, heliofanía anual de 899 horas, precipitación media anual de 2118mm, repartidos en dos épocas, una lluviosa con 97% y otra seca con el 3% restante, topografía ligeramente regular, tipo de suelo franco y un pH de 6.0 (INAMHI, 2014).

### **3.3. Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo experimental, ya que se manipularon diferentes tratamientos para establecer el herbicida y la dosis más eficiente en el control de malezas de hoja ancha y hoja angosta en la corona del cultivo de palma africana, para la posterior evaluación y tabulación de las variables en base a los datos obtenidos en todo el proceso de evaluación.

### **3.4. Métodos de investigación**

En la presente investigación se utilizaron los siguientes métodos:

**Método deductivo:** Se utilizó este método para determinar el tratamiento que presentó una mayor eficiencia en el control de malezas, partiendo de la información obtenida de diferentes fuentes bibliográficas y mediante los datos recopilados mediante la observación en el experimento.

**Analítico:** Se empleó para el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la investigación.

### 3.5. Fuente de recopilación de la investigación

La información recopilada para la investigación se obtuvo de fuentes primarias, a través de la observación directa mediante la evaluación de diferentes variables; fuentes secundarias, como lo son libros, revistas, publicaciones científicas en línea, boletines divulgativos, fichas técnicas, etc.

### 3.6. Materiales

A continuación, en la Tabla 2, se presenta una lista de los materiales y/o equipos utilizados en el trabajo de investigación:

**Tabla 2:** Materiales/equipos utilizados en la investigación.

<b>Materiales/equipos</b>	<b>Cantidad</b>
Bomba de mochila de 20 litros	1
Machete	1
Cuadro de madera de 1m <sup>2</sup>	1
Flexómetro	1
Caneca de agua de 20 litros	5
Computadora	1
Tablero	1
Cuaderno de datos	1
Pendrive	1

ELABORADO: AUTOR

### 3.7. Factores estudiados

Se estudiaron dos factores: a) Herbicidas (2); b) Dosis (3)

#### 3.7.1. Tratamientos

Con la combinación de los dos factores se establecieron 6 tratamientos, incluyendo dos testigos, que se detallan a continuación:

- T1:** Ácido acético 15 % + 1% Eugenol 1,0 L
- T2:** Ácido acético 15 % + 1% Eugenol 1,5 L
- T3:** Ácido acético 15 % + 1% Eugenol 2,0 L
- T4:** Ácido acético 15 % + 1% Eugenol + Carfentrazona 1,0 L
- T5:** Ácido acético 15 % + 1% Eugenol + Carfentrazona 1,5 L
- T6:** Ácido acético 15 % + 1% Eugenol + Carfentrazona 2,0 L
- T7:** Testigo químico (glufosinato de amonio 1,5 L)
- T8:** Testigo mecánico (control manual)

Como testigo químico se utilizó Glufosinato de amonio debido a que obtuvo un mayor % de control y menor nivel de fitotoxicidad en comparación con el glifosato que es uno de los pesticidas más utilizados en el control de malezas, en estudio realizado anteriormente como tesis de grado en la UTEQ (Ojeda, 2007).

### 3.8. Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial, 2x3+2 en tres repeticiones (Tabla 3). Cada unidad experimental estará conformada por 3 plantas. Los datos se procederán mediante análisis de varianza y las medias se compararán por la Prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) para establecer las diferencias estadísticas entre las medias de cada tratamiento en estudio. El procesamiento estadístico de los datos se lo realizó con el software estadístico InfoStat.

**Tabla 3:** Esquema del análisis de varianza utilizado en el experimento

Fuente de variación	Grados de libertad
Repeticiones	2
Herbicidas	1
Dosis	2
Herbicidas x dosis	2
Residuos vs el resto	1
Error	15
Total	23

**ELABORADO:** AUTOR

### 3.8.1. Especificaciones del cultivo

Distancia de siembra	:	9m x 8m
Densidad poblacional total	:	138 plantas/ha
Número de plantas por tratamiento	:	3 plantas
Número de repeticiones	:	3
Número de plantas total	:	72 plantas

### 3.9. Instrumentos de investigación

#### 3.9.1. Material Genético

El material genético que se utilizó son plantas de palma africana variedad Deli\*Ghana, una variedad de crecimiento vertical moderado que produce racimos grandes originaria de Costa Rica, plantación ya establecida hace 7 años.

#### 3.9.2. Manejo del ensayo

- **Poda fitosanitaria:** La cual consistió en la eliminación de hojas secas e innecesarias que no cumplen función fotosintética o que por la acción de corte del fruto han sufrido lesiones y posteriormente doblegado después de la cosecha del fruto.
- **Limpieza del tallo:** Labor radicó principalmente en la eliminación de malezas que crecen en la en toda la longitudinalidad del tallo de la palma manualmente, también de separar las flores secas que no ya han cumplido su ciclo de vida y restos de frutos en estado de putrefacción o germinativos de la planta.
- **Control de malezas:** Se basó en aplicar los herbicidas en estudio con su respectiva dosis en la corona de la planta de palma, en un radio de cobertura de aproximadamente 2 metros. Para la aplicación de los tratamientos se utilizó una bomba de mochila marca Jack de 20L con boquilla de aspersion de media luna roja, la cual consistió en asperjar dando una vuelta a la circunferencia de la planta lo que viene hacer la corona de la misma. La dosificación fue establecida en relación a la dosis en estudio para 200 L de agua.

### 3.9.3. Datos registrados y formas de evaluación

#### 3.9.3.1. Índice de malezas en la plantación

Antes de realizar la aplicación de los tratamientos planteados se calculó el índice de malezas existentes utilizando un cuadro de madera de 1m<sup>2</sup> en cuatro cuadrantes (0.25m<sup>2</sup>) para facilitar la toma de datos (Anexo 1), se lo lanzó en cualquier parte de la corona de la palma. Se registró los datos de cobertura de malezas y la altura de éstas dentro del cuadro de madera (Anexo 2). El índice de maleza se calculará de acuerdo a la siguiente fórmula utilizada por Ojeda (2007) en su trabajo de investigación:

$$IM = \frac{\% MC * AM (cm)}{100}$$

**Donde:**

**IM** = Índice de malezas

**%MC** = Porcentaje de la corona cubierta de malezas

**AM** = Altura promedio de malezas (cm)

#### 3.9.3.2. Identificación taxonómica de las malezas presentes en el cultivo

Se realizó de manera visual un inventario detallado antes de comenzar el experimento de los diferentes tipos, familias y especies de malezas presentes en la corona de la plantación basándose en el manual de identificación taxonómica de malezas de cultivos de importancia económica del Ecuador (Santillán, 2017).

#### 3.9.3.3. Control de malezas

El grado de control de malezas se evaluó observando la corona de la palma a los 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos. Cabe recalcar que los productos en evaluación aún están en fase de estudio para su obtención de su patente.

Para evaluar esta variable se recurrió a la Tabla 4 propuesta por De la Cruz (2015), la cual se muestra a continuación:

**Tabla 4:** Clasificación del grado de efectividad de un herbicida en el control de malezas.

CLASIFICACIÓN %	CATEGORÍA PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CATEGORÍA
0 – 40	Control de malezas pobres	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Combate de malezas muy pobre. Algunas plantas con cierta decoloración o detención del crecimiento.</li></ul>
41 – 70	Combate de malezas moderado	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Combate de malezas deficiente a moderado. Plantas con áreas necróticas, además de decoloraciones y detención de crecimiento los daños son más duraderos; la recuperación es dudosa.</li></ul>
71 – 100	Combate de malezas satisfactorio	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Combate de malezas satisfactorio a excelente. Población de malezas cerca de la destrucción; pocos individuos sobreviven.</li><li>▪ Combate de malezas excelente. Sobreviven ocasionalmente individuos.</li></ul>

**Fuente:** De La Cruz (2015)

#### **3.9.3.4. Identificación de las malezas de hoja ancha y angosta controladas por los tratamientos**

Una vez aplicado los tratamientos se realizó un inventario de las malezas de hoja ancha y angosta controladas por los tratamientos, identificándolas de manera visual basándose en el inventario realizado anteriormente de las malezas presentes en la plantación.

#### **3.9.3.5. Análisis de Costos**

Se realizó el análisis de costos de la aplicación de los herbicidas en relación a la eficiencia del control de malezas en la corona de la palma. Se estableció los rubros que representan los costos de los herbicidas en relación a la dosis de aplicación más el costo de la aspersión de los herbicidas y su eficiencia en el control de malezas de hoja ancha y angosta en la corona del cultivo.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Resultados

### 4.1.1. Índice de malezas en la plantación

En la Tabla 5, se presentan los promedios correspondientes al índice de malezas en la plantación antes de la aplicación de los tratamientos. Realizado el análisis de varianza ninguna de las fuentes de variación presentó significancia estadística, siendo su coeficiente de variación 20.51%.

**Tabla 5:** Promedios de índice de malezas en la corona de palma antes de la aplicación de los tratamientos en estudio.

<b>Tratamientos</b>	<b>Índice de Malezas (cm)</b>
<b>Herbicidas biológicos</b>	
<b>H1:</b> Ácido acético + Eugenol	12.10 a
<b>H2:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona	11.21 a
<b>Dosis</b>	
<b>D1:</b> 1.0 L	13.13 a
<b>D2:</b> 1.5 L	12.42 a
<b>D3:</b> 2.0 L	9.42 a
<b>Interacciones más testigos</b>	
<b>T1:</b> Ácido acético + Eugenol 1,0 L	12.12 a
<b>T2:</b> Ácido acético + Eugenol 1,5 L	8.12 a
<b>T3:</b> Ácido acético + Eugenol 2,0 L	13.39 a
<b>T4:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,0 L	12.72 a
<b>T5:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,5 L	10.73 a
<b>T6:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 2,0 L	12.86 a
<b>T7:</b> Testigo químico (glufosinato de amonio 1,5 L)	11.19 a
<b>T8:</b> Testigo mecánico (control manual)	13.58 a
<b>Promedio</b>	11.84
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	20.51

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Según la prueba de Tukey el promedio de índice de malezas el Ácido acético + Eugenol alcanzó promedios de 12.10 cm en igualdad estadística con el Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona que registró promedios de 11.21 cm.

Las dosis de los herbicidas y las interacciones de los mismos más los dos testigos fueron estadísticamente iguales, existiendo una pequeña variación en el tamaño de las malezas debido a las características propias de las malezas existentes, que a su vez no alteraran la acción de los herbicidas tanto de los biológicos como del químico al no estar en una fase fisiológica que opongan resistencia hacia los productos.

#### 4.1.2. Identificación taxonómica de las malezas presentes en el cultivo

En el área de estudio se observó una amplia variedad de familias y especies de malezas tanto de hoja ancha como de hoja angosta las cuales son presentadas en la Tabla 6, siendo la familia de las *Poaceae* la que se encontró en mayor porcentaje en la corona del cultivo de palma.

**Tabla 6:** Identificación taxonómica de malezas presentes en el área de estudio.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Caminadora	<i>Rottbellia exaltata</i>	<i>Poaceae</i>
Pata de gallina	<i>Eleusine indica</i>	<i>Poaceae</i>
Cadillo	<i>Cenchrus echinatus</i>	<i>Poaceae</i>
Paja de patillo	<i>Echinochloa colonum</i>	<i>Poaceae</i>
Guarda rocío	<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Poaceae</i>
Pasto horqueta	<i>Paspalum conjugatum</i>	<i>Poaceae</i>
Gramalote	<i>Paspalum fasciculatum</i>	<i>Poaceae</i>
Bledo	<i>Amaranthus dubius</i>	<i>Amaranthaceae</i>
Lechosa	<i>Euphorbia heterophylla</i>	<i>Euphorbiaceae</i>
Coyodillo	<i>Cyperus odoratus</i>	<i>Cyperaceae</i>
Coquito	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Cyperaceae</i>
Cortadera	<i>Cyperus luzulae</i>	<i>Cyperaceae</i>
Corazón de hombre	<i>Peperomia pellucida</i>	<i>Piperaceae</i>
Alfombra	<i>Mollugo verticillata</i>	<i>Molluginaceae</i>
Ortiga brava	<i>Laportea aestuans</i>	<i>Urticaceae</i>

### 4.1.3. Eficiencia del control de malezas

Los promedios en la Tabla 7, corresponden a la eficiencia en el control de malezas de los tratamientos estudiados a los 10 días después de la aplicación (DDA). El análisis de varianza los herbicidas biológicos no alcanzaron significancia estadística, mientras que las dosis y los tratamientos presentaron alta significancia estadística con un coeficiente de variación de 6.52%.

Efectuada la prueba de Tukey al 95% de probabilidad el herbicida ácido acético + eugenol + carfentrazona presentó promedios de 61.11% igual estadísticamente al herbicida ácido acético + eugenol que alcanzó promedios de 60.56%.

La dosis que registró una mayor eficiencia en el control de malezas fue la de 2.0 L con promedios de 73.61% estadísticamente igual a la dosis de 1.5 L que obtuvo promedios de 65.55%.

El testigo mecánico presentó mayor control al eliminarse con machete las malezas en la corona registrando valores de 97.78% en igualdad estadística con el testigo químico el cual al ser un herbicida de contacto actuó más rápido sobre las malezas el cual presentó 94.44% de control, estadísticamente superiores a las interacciones de los herbicidas biológicos y las dosis que al ser de acción sistémica requieren de un tiempo para ser absorbida por las malezas y empezar atacar las membranas de las células, alcanzando promedios de 74.45% a 41.77%, presentan una clorosis y en ciertas partes de las hojas se observó una quemazón (Anexo 3).

En la Tabla 8 se muestran los promedios de la eficiencia de control de malezas 20 DDA. En función del análisis de varianza se constató que las dosis y los tratamientos presentan alta significancia estadística contrario a lo que sucede con los herbicidas biológicos que no registraron significancia, siendo su coeficiente de variación de 6.32%.

Los herbicidas en estudio fueron igual estadísticamente ostentando promedios de 84.63% y 82.45%. La dosis de 2.0 L presentó una mayor eficiencia con 97.17% estadísticamente igual a la dosis de 1.5 L que alcanzó promedios de 89.45% siendo superiores a la dosis de 1.0 L que registro valores de 64.00%.

El testigo químico alcanzó valores de 98.67% donde se puede observar una muerte prácticamente total de las malezas, en igualdad estadística con las interacciones de los herbicidas biológicos en las dosis de 1.5 L y 2.0 L donde se observó la corona de la palma limpia con malezas secas y con una muerte total, los cuales alcanzaron promedios de 98.11% a 89.45%, siendo superiores estadísticamente al testigo mecánico y las interacciones de los herbicidas biológicos en la dosis de 1.0 L en los cuales se apreció una clorosis, detención del crecimiento, ciertas partes secas y otras partes vivas en ciertas malezas, que obtuvieron promedios de 74.89% a 61.67%.

**Tabla 7:** Eficiencia del control de malezas con los tratamientos en estudio 10 DDA en la corona de la palma.

<b>Tratamientos</b>	<b>Eficiencia del control (%)</b>
<b>Herbicidas biológicos</b>	
<b>H<sub>1</sub>:</b> Ácido acético + Eugenol	60.56 a
<b>H<sub>2</sub>:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona	61.11 a
<b>Dosis</b>	
<b>D<sub>1</sub>:</b> 1.0 L	43.33 b
<b>D<sub>2</sub>:</b> 1.5 L	65.55 a
<b>D<sub>3</sub>:</b> 2.0 L	73.61 a
<b>Interacciones más testigos</b>	
<b>T1:</b> Ácido acético + Eugenol 1,0 L	41.67 c
<b>T2:</b> Ácido acético + Eugenol 1,5 L	65.55 b
<b>T3:</b> Ácido acético + Eugenol 2,0 L	74.45 b
<b>T4:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,0 L	45.00 c
<b>T5:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,5 L	65.55 b
<b>T6:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 2,0 L	72.78 b
<b>T7:</b> Testigo químico (glufosinato de amonio 1,5 L)	94.44 a
<b>T8:</b> Testigo mecánico (control manual)	97.78 a
<b>Promedio</b>	75.22
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	6.52

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

**Tabla 8:** Eficiencia del control de malezas con los tratamientos en estudio 20 DDA en la corona de la palma.

<b>Tratamientos</b>	<b>Eficiencia del control (%)</b>
<b>Herbicidas biológicos</b>	
<b>H<sub>1</sub>:</b> Ácido acético + Eugenol	82.45 a
<b>H<sub>2</sub>:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona	84.63 a
<b>Dosis</b>	
<b>D<sub>1</sub>:</b> 1.0 L	64.00 b
<b>D<sub>2</sub>:</b> 1.5 L	89.45 a
<b>D<sub>3</sub>:</b> 2.0 L	97.17 a
<b>Interacciones más testigos</b>	
<b>T1:</b> Ácido acético + Eugenol 1,0 L	61.67 c
<b>T2:</b> Ácido acético + Eugenol 1,5 L	89.45 a b
<b>T3:</b> Ácido acético + Eugenol 2,0 L	96.22 a
<b>T4:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,0 L	66.33 c
<b>T5:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,5 L	89.45 a b
<b>T6:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 2,0 L	98.11 a
<b>T7:</b> Testigo químico (glufosinato de amonio 1,5 L)	98.67 a
<b>T8:</b> Testigo mecánico (control manual)	74.89 b c
<b>Promedio</b>	84.35
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	6.32

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Realizado el análisis de varianza a los 30 DDA los herbicidas biológicos no presentaron significancia estadística (Tabla 9), mientras que las dosis y los tratamientos mostraron alta significancia estadística siendo su coeficiente de variación 11.60.

El ácido acético + eugenol + carfentrazona mostró valores de 80.74 siendo estadísticamente igual al ácido acético + eugenol que obtuvo promedios de 74.81. La dosis que alcanzó una mayor eficiencia en el control de malezas fue la de 2.0 L con 93.00% pero no difirió con la dosis de 1.5 L que registró promedios de 86.39 siendo estadísticamente iguales y superiores a la dosis de 1.0 L que ostento valores de 53.94%.

El porcentaje de control de malezas mayor se obtuvo con el testigo químico con 97.11% siendo igual estadísticamente a los tratamientos de ácido acético + eugenol y de ácido acético + eugenol + carfentrazona en las dosis de 1.5 y 2.0 L que obtuvieron promedios de 96.00% a 85.56% mostrando que los herbicidas biológicos presentaron un control de malezas satisfactorio, donde no se observó que puedan retornar malezas en un período de tiempo cercano, siendo superiores a los herbicidas biológicos en la dosis de 1.0 L y al testigo mecánico donde ya se logró apreciar que las malezas empiezan a retornar.

**Tabla 9:** Eficiencia del control de malezas con los tratamientos en estudio 30 DDA en la corona de la palma.

<b>Tratamientos</b>	<b>Eficiencia del control (%)</b>
<b>Herbicidas biológicos</b>	
<b>H<sub>1</sub>:</b> Ácido acético + Eugenol	74.81 a
<b>H<sub>2</sub>:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona	80.74 a
<b>Dosis</b>	
<b>D<sub>1</sub>:</b> 1.0 L	53.94 b
<b>D<sub>2</sub>:</b> 1.5 L	86.39 a
<b>D<sub>3</sub>:</b> 2.0 L	93.00 a
<b>Interacciones más testigos</b>	
<b>T1:</b> Ácido acético + Eugenol 1,0 L	48.89 b
<b>T2:</b> Ácido acético + Eugenol 1,5 L	85.56 a
<b>T3:</b> Ácido acético + Eugenol 2,0 L	90.00 a
<b>T4:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,0 L	59.00 b
<b>T5:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,5 L	87.22 a
<b>T6:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 2,0 L	96.00 a
<b>T7:</b> Testigo químico (glufosinato de amonio 1,5 L)	97.11 a
<b>T8:</b> Testigo mecánico (control manual)	48.33 b
<b>Promedio</b>	76.51
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	11.60

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

En la Tabla 10 se presentan los promedios de la eficiencia del control de malezas a los 40 DDA. Según el análisis de varianza todas las fuentes de variación alcanzaron alta significancia estadística exceptuando los herbicidas biológicos con un coeficiente de variación de 12.62%.

El herbicida biológico de ácido acético + eugenol + carfentrazona obtuvo una mayor eficiencia en el control de malezas con 71.63%, en igualdad estadística con el herbicida biológico de ácido acético + eugenol que alcanzó promedios de eficiencia de 66.85%.

Con 88.11% de eficiencia la dosis de aplicación de 2 L fue la que presentó promedios más altos, pero estadísticamente igual a la dosis de 1.5 L que obtiene valores de 79.44, ambos siendo superiores a la dosis de 1.0 L que apenas logró obtener una eficiencia de 40.17%.

Los tratamientos aplicados tuvieron diferentes porcentajes de eficiencia en las malezas, el testigo químico alcanzó una mayor eficiencia con 92.78% destacando la gran eficiencia del glufosinato de amonio para controlar diversas especies de malezas, pero siendo igual estadísticamente a las interacciones de los herbicidas biológicos con las dosis de 2.0 L y 1.5 L los cuales obtuvieron una eficiencia de 90.67 a 78.33%, mostrando un desempeño muy bueno por parte de ambos herbicidas en control malezas en el sitio del experimento, los mismos que estadísticamente superan en gran medida a la dosis de 1.0 L y al testigo mecánico donde ya se observa las malezas crecer de forma más agresiva y abrupta.

Los promedios obtenidos de la eficiencia del control de malezas a los 60 DDA de los tratamientos se observan en la Tabla 11, realizado el análisis de varianza los herbicidas biológicos no presentaron significancia estadística, por otro lado, las dosis y las interacciones mostraron alta significancia estadística con un coeficiente de variación de 12.82%.

El herbicida con una eficiencia más alta fue el ácido acético + eugenol + carfentrazona con 64.70% en control de malezas en la corona del cultivo, siendo igual estadísticamente al ácido acético + eugenol que mostró promedios de 61.22%.

Con 83.40% de control la dosis más alta de 2.0 L es la que presentó un mejor control de malezas en igualdad estadística con la dosis de 1.5 L que alcanzó promedios de 74.10% siendo superiores a la dosis de 1.0 L.

El control químico obtuvo una mayor eficiencia en el control de malezas con 87.78%, siendo igual estadísticamente a los tratamientos herbicidas biológicos en las dosis de 2.0 L y 1.5 L que alcanzaron promedios de 85.91% a 73.75% logrando un control satisfactorio en el tiempo de evaluación, donde se observó que las malezas no crecen con mayor velocidad, siendo positivo hacia los herbicidas biológicos en las dosis de 1.5 y 2.0 L, los mismos que son superiores a los de 1.0 L donde las malezas comienzan a ganar terreno en la corona de la palma y al control manual el cual no presentó ningún control, las malezas ya se las puede observar en toda la corona de la planta de forma muy agresiva.

**Tabla 10:** Eficiencia del control de malezas con los tratamientos en estudio 40 DDA en la corona de la palma.

<b>Tratamientos</b>	<b>Eficiencia del control (%)</b>
<b>Herbicidas biológicos</b>	
<b>H<sub>1</sub>:</b> Ácido acético + Eugenol	66.85 a
<b>H<sub>2</sub>:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona	71.63 a
<b>Dosis</b>	
<b>D<sub>1</sub>:</b> 1.0 L	40.17 b
<b>D<sub>2</sub>:</b> 1.5 L	79.44 a
<b>D<sub>3</sub>:</b> 2.0 L	88.11 a
<b>Interacciones más testigos</b>	
<b>T1:</b> Ácido acético + Eugenol 1,0 L	34.44 b c
<b>T2:</b> Ácido acético + Eugenol 1,5 L	78.33 a
<b>T3:</b> Ácido acético + Eugenol 2,0 L	85.56 a
<b>T4:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,0 L	44.89 b
<b>T5:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,5 L	80.55 a
<b>T6:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 2,0 L	90.67 a
<b>T7:</b> Testigo químico (glufosinato de amonio 1,5 L)	92.78 a
<b>T8:</b> Testigo mecánico (control manual)	20.00 c
<b>Promedio</b>	65.90
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	12.62

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

**Tabla 11:** Eficiencia del control de malezas con los tratamientos en estudio 60 DDA en la corona de la palma.

<b>Tratamientos</b>	<b>Eficiencia del control (%)</b>
<b>Herbicidas biológicos</b>	
<b>H<sub>1</sub>:</b> Ácido acético + Eugenol	61.22 a
<b>H<sub>2</sub>:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona	64.70 a
<b>Dosis</b>	
<b>D<sub>1</sub>:</b> 1.0 L	31.39 b
<b>D<sub>2</sub>:</b> 1.5 L	74.10 a
<b>D<sub>3</sub>:</b> 2.0 L	83.40 a
<b>Interacciones más testigos</b>	
<b>T1:</b> Ácido acético + Eugenol 1,0 L	28.33 b
<b>T2:</b> Ácido acético + Eugenol 1,5 L	73.75 a
<b>T3:</b> Ácido acético + Eugenol 2,0 L	80.48 a
<b>T4:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,0 L	34.44 b
<b>T5:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,5 L	74.44 a
<b>T6:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 2,0 L	85.91 a
<b>T7:</b> Testigo químico (glufosinato de amonio 1,5 L)	87.78 a
<b>T8:</b> Testigo mecánico (control manual)	0.00 c
<b>Promedio</b>	58.14
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	12.82

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Según el análisis de varianza a los 80 DDA de los promedios de los herbicidas todas las fuentes de variación alcanzaron alta significancia estadística a excepción de los herbicidas biológicos, siendo su coeficiente de variación 15.56% como se aprecia en la Tabla 12.

El herbicida biológico de ácido acético + eugenol + carfentrazona obtuvo 58.84% de eficiencia de control de malezas, pero es estadísticamente igual al ácido acético + eugenol que mostró una eficiencia de 56.24%.

Las dosis de 1.5 L y 2.0 L registran promedios de 70.39% y 78.85% respectivamente siendo igual estadísticamente y superiores a la dosis de 1.0 L que apenas alcanzó 23.39% de control.

Con promedios de 83.90% el testigo químico fue el de mayor eficiencia de control evitando la rápida regeneración de malezas, en igualdad estadística con las interacciones de los herbicidas biológicos con las dosis de 1.5 L y 2.0 L donde las malezas retornaron lentamente en ciertos sectores, las cuales ostentaron valores de 81.06% a 69.80% mostrando que los herbicidas biológicos lograron un control eficiente hacia las diferentes malezas y por un periodo de tiempo más prolongado, siendo superiores las dosis de 1.0 L que al no haber causado un mayor daño a las malezas en un principio se pudo observar el crecimiento de estas con más rapidez.

**Tabla 12:** Eficiencia del control de malezas con los tratamientos en estudio 80 DDA en la corona de la palma.

<b>Tratamientos</b>	<b>Eficiencia del control (%)</b>
<b>Herbicidas biológicos</b>	
<b>H<sub>1</sub>:</b> Ácido acético + Eugenol	56.24 a
<b>H<sub>2</sub>:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona	58.84 a
<b>Dosis</b>	
<b>D<sub>1</sub>:</b> 1.0 L	23.39 b
<b>D<sub>2</sub>:</b> 1.5 L	70.39 a
<b>D<sub>3</sub>:</b> 2.0 L	78.85 a
<b>Interacciones más testigos</b>	
<b>T1:</b> Ácido acético + Eugenol 1,0 L	21.11 b
<b>T2:</b> Ácido acético + Eugenol 1,5 L	69.80 a
<b>T3:</b> Ácido acético + Eugenol 2,0 L	76.63 a
<b>T4:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,0 L	25.67 b
<b>T5:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,5 L	70.97 a
<b>T6:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 2,0 L	81.06 a
<b>T7:</b> Testigo químico (glufosinato de amonio 1,5 L)	83.90 a
<b>T8:</b> Testigo mecánico (control manual)	0.00 c
<b>Promedio</b>	53.64
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	15.56

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

En la Tabla 13 se presentan los promedios a los 100 DDA los tratamientos, en función al análisis de varianza las dosis y los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística, contrario a los herbicidas biológicos que no presentaron significancia, siendo su coeficiente de variación de 14.99%.

El herbicida de ácido acético + eugenol + carfentrazona es el que presentó mayor eficiencia en el control de malezas con 53.80% pero siendo estadísticamente igual al ácido acético + eugenol que alcanzó 50.93% de eficiencia.

La dosis que obtuvo un mayor control es la de 2.0 L con 74.86%, principalmente por utilizar una dosis más alta se logró obtener promedios de porcentajes de control más altos, pero estadísticamente es igual a la dosis de 1.5 L que registró 64.62% de eficiencia, ambas dosis actúan de forma más efectiva que la dosis de 1.0 L la cual mostró valores de 17.61%.

El testigo químico en condiciones de eficiencia fue el mejor presentando valores de 79.05% de control general de malezas que se presentaron en el área de estudio por su composición que básicamente es glufosinato de amonio, estadísticamente igual a los tratamientos de los herbicidas biológicos en las dosis de 1.5 L y 2.0 L que alcanzaron promedios de 77.40% a 64.08% de control donde se denotó su accionar al momento de combatir las malezas, se pudo observar ciertos sectores donde las malezas van ganando terreno pero su crecimiento es lento y a poco ritmo.

En la Tabla 14, se presentan los promedios de eficiencia 120 DDA de los tratamientos, según el análisis de varianza a excepción de herbicidas biológicos todas las fuentes de variación alcanzaron alta significancia estadística con un coeficiente de variación de 14.65%.

El herbicida biológico que contiene carfentrazona presenta promedios de 47.21% siendo el de mayor eficiencia en el control de malezas, pero no presentaron diferencias estadísticas el herbicida biológico que no la contiene el ácido acético + eugenol el cual registró valores promedios de 46.23%.

El mayor control de malezas fue alcanzado por la dosis de 2.0 L que ostentó valores de 69.35%, estadísticamente igual a la dosis de 1.5 L que obtuvo valores de 59.63% superando estadísticamente a la dosis de 1.0 L que apenas logró promedios de 11.17%.

Al final del período de evaluación del experimento el testigo químico con su composición de glufosinato de amonio en la dosis de 1.5 L ostentó 75.27% valores de control siendo el tratamiento de mayor eficiencia como fue de esperarse, pero no presentó diferencias estadísticas con los tratamientos de los herbicidas biológicos en las dosis de 1.5 L y 2.0 L que alcanzaron una eficiencia en el control de malezas satisfactorio y prolongado donde alcanzaron promedios de 70.25% a 58.80% los cuales superaron a la dosis de 1.0 L en gran medida donde apenas alcanzó valores de 11.56% a 10.78% en los cuales las malezas ya han ganado terreno de forma agresiva en la corona de la palma y en todo caso se debería realizar una nueva aplicación.

**Tabla 13:** Eficiencia del control de malezas con los tratamientos en estudio 100 DDA en la corona de la palma.

<b>Tratamientos</b>	<b>Eficiencia del control (%)</b>
<b>Herbicidas biológicos</b>	
<b>H<sub>1</sub>:</b> Ácido acético + Eugenol	50.93 a
<b>H<sub>2</sub>:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona	53.80 a
<b>Dosis</b>	
<b>D<sub>1</sub>:</b> 1.0 L	17.61 b
<b>D<sub>2</sub>:</b> 1.5 L	64.62 a
<b>D<sub>3</sub>:</b> 2.0 L	74.86 a
<b>Interacciones más testigos</b>	
<b>T1:</b> Ácido acético + Eugenol 1,0 L	15.33 b
<b>T2:</b> Ácido acético + Eugenol 1,5 L	64.08 a
<b>T3:</b> Ácido acético + Eugenol 2,0 L	72.29 a
<b>T4:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,0 L	19.88 b
<b>T5:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,5 L	65.16 a
<b>T6:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 2,0 L	77.40 a
<b>T7:</b> Testigo químico (glufosinato de amonio 1,5 L)	79.05 a
<b>T8:</b> Testigo mecánico (control manual)	0.00 b
<b>Promedio</b>	49.15
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	14.99

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

**Tabla 14:** Eficiencia del control de malezas con los tratamientos en estudio 120 DDA en la corona de la palma.

<b>Tratamientos</b>	<b>Eficiencia del control (%)</b>
<b>Herbicidas biológicos</b>	
<b>H<sub>1</sub>:</b> Ácido acético + Eugenol	46.23 a
<b>H<sub>2</sub>:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona	47.21 a
<b>Dosis</b>	
<b>D<sub>1</sub>:</b> 1.0 L	11.17 b
<b>D<sub>2</sub>:</b> 1.5 L	59.63 a
<b>D<sub>3</sub>:</b> 2.0 L	69.35 a
<b>Interacciones más testigos</b>	
<b>T1:</b> Ácido acético + Eugenol 1,0 L	10.78 b
<b>T2:</b> Ácido acético + Eugenol 1,5 L	58.80 a
<b>T3:</b> Ácido acético + Eugenol 2,0 L	67.43 a
<b>T4:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,0 L	11.56 b
<b>T5:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,5 L	60.47 a
<b>T6:</b> Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 2,0 L	70.25 a
<b>T7:</b> Testigo químico (glufosinato de amonio 1,5 L)	75.27 a
<b>T8:</b> Testigo mecánico (control manual)	0.00 b
<b>Promedio</b>	43.45
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>	14.65

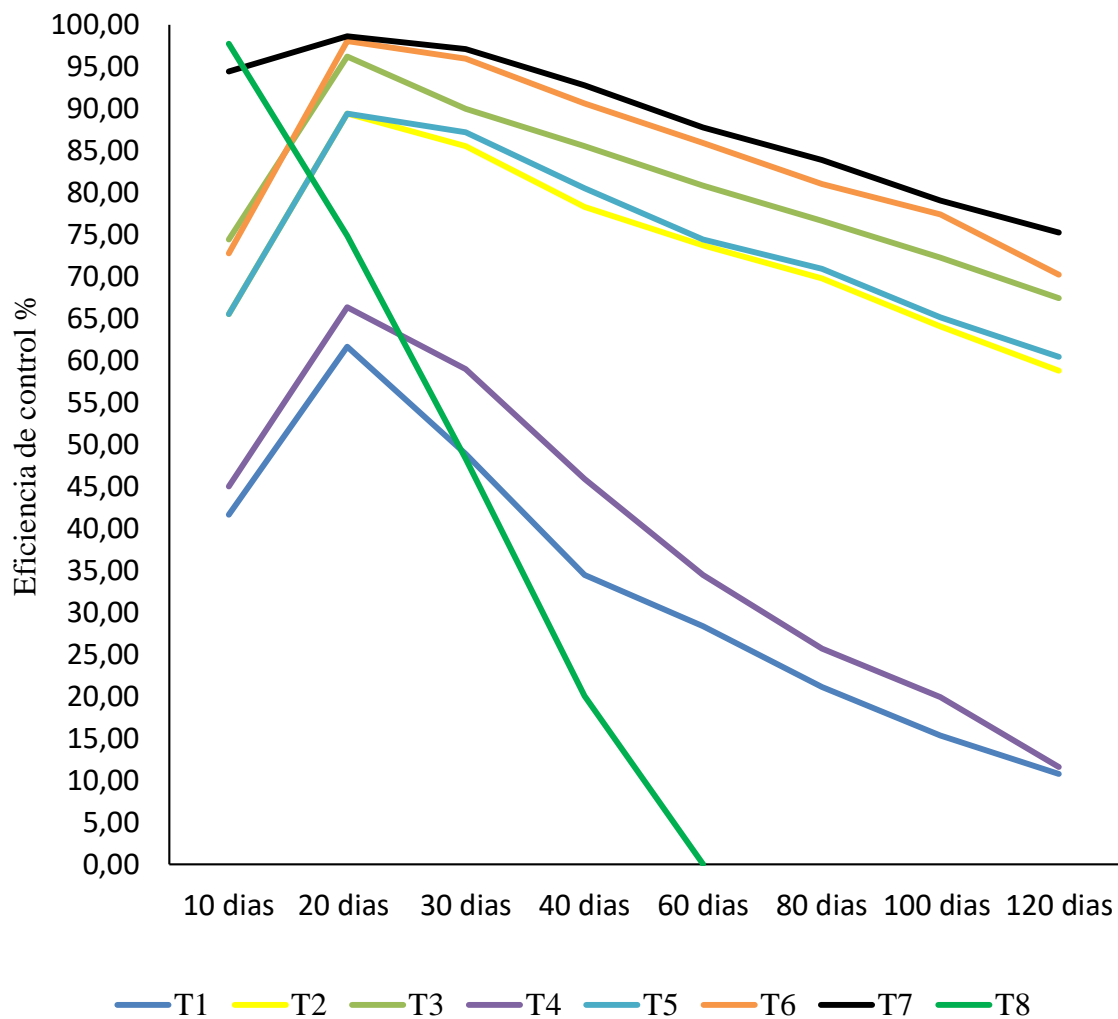
\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

#### 4.1.3.1. Resumen de la eficiencia mostrada por los herbicidas

Una vez finalizada la evaluación de la eficiencia de los herbicidas en el período de tiempo establecido (120 días), en la Figura 2, se resume los promedios de eficiencia en el control de malezas alcanzado por los tratamientos en cada día de evaluación.

Los tratamientos estudiados se observa la variación de su eficiencia en los diferentes días de evaluación, se da a notar la rapidez con la que el T8 pierde eficiencia de estar por encima del 95% a llegar a no presentar ningún control a los 60 días, en el caso general de todos los herbicidas incluyendo el testigo químico se observa como a los 20 días llegan a un pico de eficiencia cada uno de ellos y luego empiezan a decrecer para el caso de T1 y T4 de forma más exponencial que los otros.

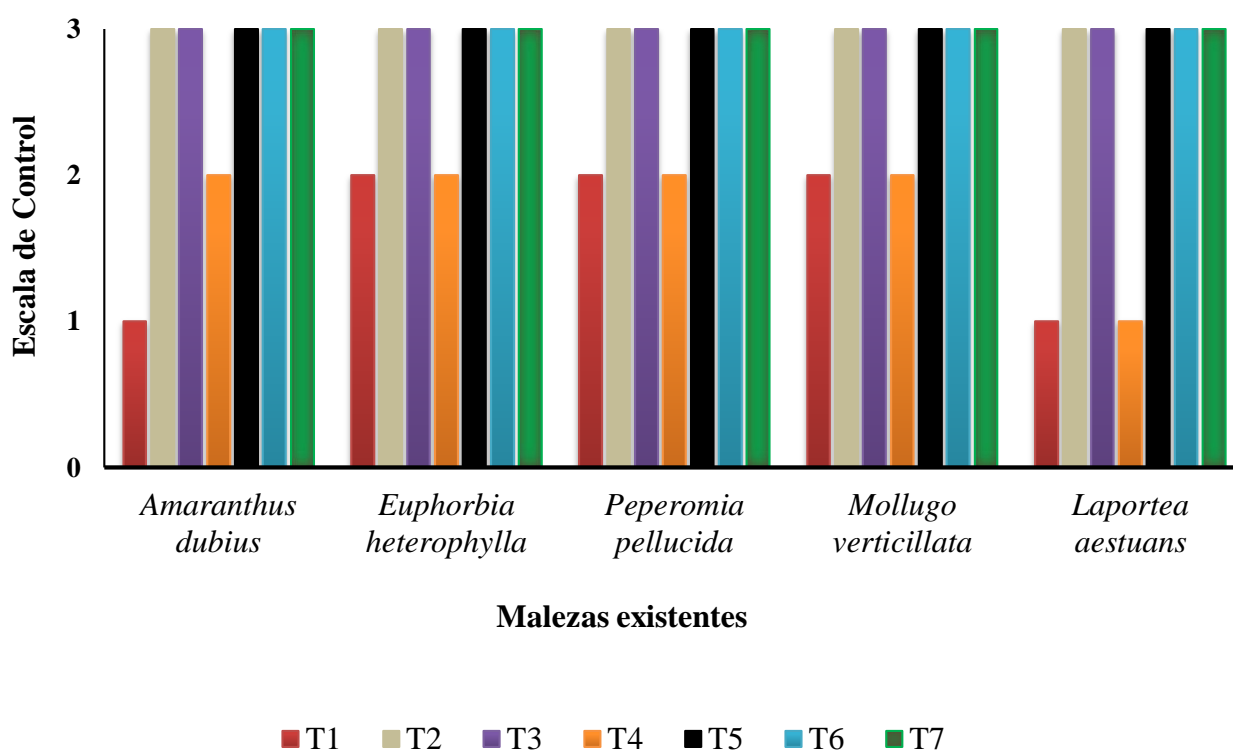
Mientras los tratamientos T2, T3, T5, T6 y T7, que son los herbicidas biológicos más el testigo químico redujeron su eficiencia lenta y progresivamente manteniéndose hasta el final del trabajo con valores de control por encima del 55.00% contrario de los tratamientos T1, T4 y T8 que decrecen de forma agresiva.



**Figura 2:** Resumen de promedios de eficiencia mostrado por los tratamientos en cada período de evaluación.

#### 4.1.4. Malezas de hoja ancha y hoja angosta controladas por los herbicidas estudiados

Una vez aplicado los tratamientos en estudio se observó las malezas de hoja ancha y angosta que controlaron cada uno de los herbicidas tanto los biológicos como el químico, planteándose los tratamientos de igual manera que en la Figura 2. Se estableció una escala de control de 0 a 3 (0=no controló, 1=control deficiente, 2=control moderado, 3=control satisfactorio) para identificar el grado de eficiencia que alcanzó cada tratamiento en cada una de las malezas, encontrando similitudes en el control de las malezas de hoja angosta siendo muy eficientes todos los tratamientos, como se muestra en la Figura 3.



**Figura 3:** Identificación de malezas de hoja ancha controladas por los herbicidas en el cultivo de palma africana.

Los tratamientos T2, T3, T5, T6 y T7 presentaron control total a todas las malezas de hoja ancha que se presentaron en el área del experimento las cuales eran: Bledo (*Amaranthus dubius*), lechosa (*Euphorbia heterophylla*), corazón de hombre (*Peperomia pellucida*), alfombra (*Mollugo verticillata*) y ortiga brava (*Laportea aestuans*). En los tratamientos T1

y T4 se observó un control de deficiente a moderado en la eficiencia del control, mostrando clorosis y ciertas partes de las malezas muerta.

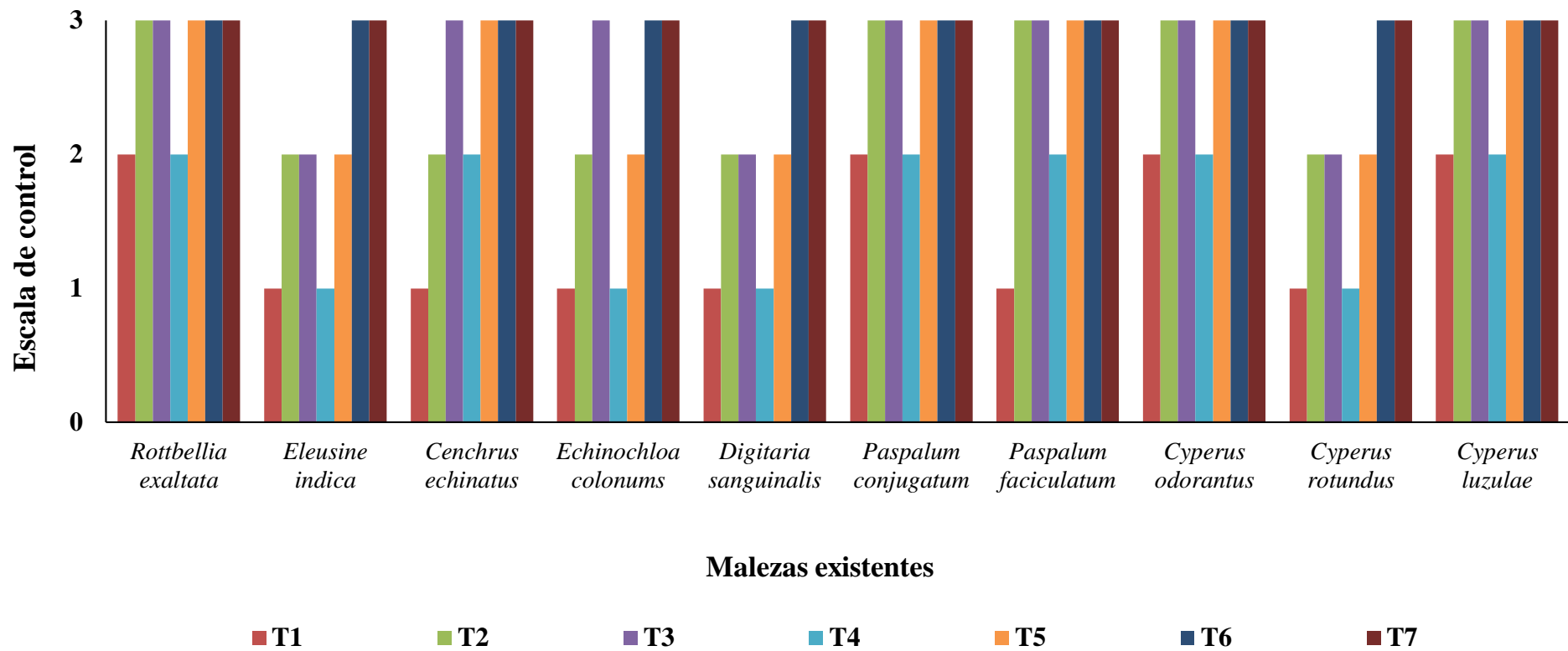
La eficiencia del control de malezas de los tratamientos en estudio en el experimento como se muestra en la Figura 4, se observó que hay variación entre cada uno de ellos.

El T6 y T7 tuvo un control eficiente en todas las malezas de hoja angosta presentes en el experimento: Caminadora (*Rottbellia exaltata*), Pata de gallina (*Eleusine indica*), Cadillo (*Cenchrus echinatus*), Paja de patillo (*Echinochloa colonum*), Guarda rocío (*Digitaria sanguinalis*), Pasto horqueta (*Paspalum conjugatum*), Gramalote (*Paspalum fasciculatum*), Coyodillo (*Cyperus odoratus*), Coquito (*Cyperus rotundus*), Cortadera (*Cyperus luzulae*).

El T5 presentó un control eficiente a las siguientes malezas de hoja angosta: Caminadora (*Rottbellia exaltata*), Cadillo (*Cenchrus echinatus*), Pasto horqueta (*Paspalum conjugatum*), Gramalote (*Paspalum Fasciculatum*), Coyodillo (*Cyperus odoratus*), Cortadera (*Cyperus luzulae*) y en las restantes malezas un control moderado hacia las mismas.

El T3 presentó un control eficiente a las siguientes malezas: Caminadora (*Rottbellia exaltata*), Cadillo (*Cenchrus echinatus*), Paja de patillo (*Echinochloa colonum*), Pasto horqueta (*Paspalum conjugatum*), Gramalote (*Paspalum fasciculatum*), Coyodillo (*Cyperus odoratus*), Coquito (*Cyperus rotundus*), Cortadera (*Cyperus luzulae*) y en las otras malezas se observó un control moderado.

El T2 presentó un control satisfactorio en las siguientes malezas de hoja angosta: Caminadora (*Rottbellia exaltata*), Pasto horqueta (*Paspalum conjugatum*), Gramalote (*Paspalum Fasciculatum*), Coyodillo (*Cyperus odoratus*), Cortadera (*Cyperus luzulae*) y en las restantes malezas un control moderado. En los tratamientos T1 y T4 se presentó una eficiencia en el control de malezas de hoja angosta de moderado hacia deficiente.



**Figura 4:** Identificación de malezas de hoja angosta controladas por los herbicidas en estudio en el cultivo de palma africana.

#### 4.1.5. Análisis de Costos

Para el análisis de costo de los tratamientos en estudio se hizo una media de los mismo en el lapso de tiempo que duró el ensayo, se consideró la aplicación de las dosis de los productos en relación a un tanque de 200 L de agua (Tabla 15). El T8 donde se eliminó las malezas de forma mecánica la relación costo – eficiencia fue la más alta con 0.69 en relación a los restantes tratamientos. Los restantes tratamientos donde se utilizaron los productos en estudio el que presentó la relación más baja fue el T2 con 0.37, el que obtuvo la relación más alta fue el T4 con 0.68, en tanto que el T7 registró una relación de 0.41.

**Tabla 15:** Análisis de costo de la aplicación de los herbicidas biológicos en estudio con los testigos químico y mecánico y su relación costo/eficiencia.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Eficiencia %</b>	<b>Costo del Producto</b>	<b>Costo de aplicación (\$)</b>	<b>Costo del tratamiento (\$)</b>	<b>Relación Costo/Eficiencia</b>
T1: Ácido acético + Eugenol 1,0 L	32.78	10.00	12.00	22.00	0.67
T2: Ácido acético + Eugenol 1,5 L	73.16	15.00	12.00	27.00	0.37
T3: Ácido acético + Eugenol 2,0 L	80.43	20.00	12.00	32.00	0.40
T4: Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,0 L	38.47	14.00	12.00	26.00	0.68
T5: Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 1,5 L	74.23	21.00	12.00	33.00	0.44
T6: Ácido acético + Eugenol + Carfentrazona 2,0 L	84.03	28.00	12.00	40.00	0.48
T7: Glufosinato de amonio 1,5 L	88.62	24.00	12.00	36.00	0.41
T8: Control manual	30.13	0.00	20.70	20.70	0.69

\* La relación costo/eficiencia está expresada la de menor relación como la más económica y la relación más alta como la más costosa.

\* **Costo de aplicación:** Equivale a la aplicación de la dosis del producto en un tanque de 200 L de agua.

\* **Testigo mecánico:** Se calcula al equivalente de pago por cada corona a un precio de 0.15 ctvs./cu

## 4.2. Discusión

El índice de maleza en la plantación antes de la aplicación de los tratamientos planteados en el estudio fue estadísticamente igual, esto se puede deber a anteriores aplicaciones de productos herbicidas aplicados en el lugar del ensayo, a características propias del suelo o a las diferencias fisiológicas propias de cada maleza.

Las malezas que se observaron en el área de estudio fueron de una amplia gama de especies y familias, observándose en un mayor porcentaje la familia de las Poaceae, aseverando lo mencionado por (Ojeda, 2007), quien estudió el manejo y control de malezas en el cultivo de palma africana en la zona de Quevedo, mencionando que la familia de las Poaceae es la que se presenta en mayor porcentaje en el cultivo.

La eficiencia en el control de malezas a los 10 días después de la aplicación de los tratamientos, testigo químico presenta una eficiencia mayor en 20% a comparación del 2.0L de Ácido acético + Eugenol , el cual presentó la mejor eficiencia de los herbicidas biológicos, donde solo se logró observar una clorosis y pequeñas manchas de quemazón, esto se puede deber a que el testigo químico contiene glufosinato de amonio que es una herbicida de contacto con cierta acción sistémica que causa una muerte más rápida en las malezas por el contacto del mismo con la superficie de las hojas y otras superficies de contacto, como lo indica en su ficha técnica Crystal Chemical (2018).

A los 20 y 30 días después de la aplicación de los tratamientos el control de malezas, se equilibra la eficiencia entre el testigo químico y ácido acético + eugenol + carfentrazona en dosis de 1.5 L, donde se observa una muerte total de las malezas, lo que se puede deber al tiempo que los herbicidas biológicos demora en atacar las malezas por su acción sistémica para su posterior muerte, que se estima que a los 20 días alcanza el mayor pico de eficiencia.

A partir de los 40 días después de la aplicación de los tratamientos el testigo mecánico, la eficiencia en el control de malezas se reduce hasta un 20.00% en las próximas evaluaciones se reduce a un 0%, lo cual se puede deber a la ecofisiología propia de las malezas, como lo señala Technoserve (2016), que indica que las malezas presentan un crecimiento rápido, abundante producción de semillas y amplios rangos y métodos de adaptabilidad y dispersión,

teniendo en cuenta que la época lluviosa es la más propicia para las malezas debido a la cantidad de lluvia y luz solar que caracteriza a esta época.

A los 120 días después de la aplicación el testigo químico obtiene una mayor eficiencia en el control de las malezas en la corona del cultivo 4.98% superior al ácido acético + eugenol + carfentrazona, lo cual se puede deber a residuos de la acción química de la aplicación del glufosinato de amonio con el suelo y que el herbicida biológico se integra con la materia orgánica degradándose rápidamente en el suelo, como lo asevera Agroorganico (2018).

Las malezas de hoja ancha los herbicidas biológicos en sus dosis de 1.5 y 2.0 L junto con el químico exhibieron acción frente a todas las que se presentaron en el cultivo, lo que concuerda con lo expuesto por Curran *et al.* (2014) que reporta que con los extractos de vinagre (ácido acético) y aceite de clavo de olor (eugenol) se observa un buen control en malezas de hoja ancha excepto en malva. Las malezas de hoja angosta a diferencia de las hojas ancha presentan variación en cada uno de los tratamientos, confirmando en medida lo expuesto por Alvarado *et al.* (2016), en un estudio realizado sobre la acción independiente de ácido acético donde determina que el efecto herbicida es conseguido mayormente en plantas de hojas anchas y menos porcentaje en las gramíneas y ciperáceas; esta diferencia se puede atribuir a la colocación de las hojas, pues en las hojas anchas están colocadas horizontalmente, mientras que las gramíneas están colocadas más verticales.

Los herbicidas biológicos con un control más amplio de malezas de hoja angosta están los que tienen en su formulación Carfentrazona, esto se puede deber a que funciona como un activador de otros herbicidas, mejorando su capacidad para actuar; logrando una rotación de activos y disminuyendo la posibilidad de generar resistencia.

El análisis de costo de la aplicación de los tratamientos comprueban que la aplicación de productos herbicidas se ahorra hasta un 49% de recursos económicos comparando valores del ácido acético + eugenol con el testigo mecánico y teniendo en cuenta que el testigo mecánico presenta un control mediadamente aceptable hasta los 30 días en época lluviosa por lo cual se tendría que repetir con frecuencia este método, lo que reafirma lo mencionado por (Mieles, 2015) quien evaluó el uso de moto guadaña, aspersoras y boquillas para el control de malezas en palma africana indicando que el control mecánico resulta más costoso que el control con herbicidas.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. CONCLUSIONES

El herbicida biológico de ácido acético + eugenol + carfentrazona presentó mayor eficiencia con 47.21% en el control de malezas de hoja ancha y angosta.

La aplicación de 2.0 L de los herbicidas biológicos registró la mayor eficiencia con 69.35% controlando malezas en la corona de la palma africana.

El herbicida de ácido acético + eugenol + carfentrazona en dosis de 2.0 L mostró la mayor eficiencia con 70.25% en el control de malezas en el cultivo de palma africana.

La aplicación del herbicida biológico de ácido acético + eugenol en dosis de 1.5 L presentó la mejor relación costo/eficiencia con 0.37.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Probar los tratamientos herbicidas en la época seca para valorar la residualidad de los mismos.

Estudiar los productos biológicos en plantaciones más jóvenes para poder determinar posibles efectos tanto de fitotoxicidad en las plantas como también efectos positivos que puedan tener como proporcionar nutrientes al suelo debido a su composición.

Realizar investigaciones con otros productos de extractos vegetales que tengan propiedades herbicidas para el control de malezas resistentes y que aporten otras propiedades benéficas a los suelos agrícolas en general.

## **CAPÍTULO VI**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. BIBLIOGRAFÍA

- Agroorganico. (2018). Informe técnico de producto G - Plus. Quevedo, Ecuador.
- Agroorganico. (2018). Informe técnico de producto Triplex. Quevedo, Ecuador.
- Aguilar, D. (2017). La palma africana se apodera silenciosamente de Ecuador. Ecuador.
- Alán, E., Barrantes, U., Soto, A., & Agüero, R. (2013). Elementos para el manejo de malezas en agrosistemas tropicales. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Alvarado, A., Carrera, M., Yance, G. (2016). "Estudio del impacto en el control natural de malezas a partir del vinagre", Revista Caribeña de Ciencias Sociales.
- ANCUPA. (2018). Suplemento institucional. Palma la voz del Palmicultor, 2 p.
- Becerra, J. (2017). Identificación de plantas arvenses con características nectaríferas, intro y/o extra foliares atrayentes de la entomofauna benéfica, en las plantaciones de palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq.*) Tesis Ing. Agro. Quininde. Universidad Técnica Luis Vargas Torres. ANCUPA.
- Camaleo. (2018). Casa y Jardín.
- Celis, Á., Mendoza, C., Pachón, M., Cardona, J., Delgado, W., & Cuca, L. (2016). Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. Agronomía Colombiana , 26(1), 97-106.
- Curran, W., Lingenfelter, D., and C.B. Muse. (2014). Effectiveness of Vinegar and Clove Oil for Control of Annual Weeds. Penn State University, University Park. 58 p.
- Crystal Chemical. (2018). Ficha Técnica de herbicida Pantanal. Ecuador. Edifarm.
- Dayan, F., Cantrell, C., & Duke, S. (2017). Natural Products in crop protection. Bloorganic & Medical Chemistry.
- De la Cruz, R. (2015). Manejo Integrado de Plagas. Notas sobre prueba de herbicidas en campo.
- Dominguez, J. M. (Mayo de 2018). Breve Análisis del Cultivo de Palma Aceitera en Ecuador. Palma la Voz del Agricultor, 5 p.

- Fedepalma. (2019). Productos y usos de la palma de aceite. La Palma de aceite.
- García, R., Pérez, R., Soto, M., & Peña, C. (2015). Plantas con Actividad Alelopática: Fuente de Herbicidas Naturales. II Ecuentro Participación de la Mujer en la Ciencia. León, México.
- Garita Cruz, I. (2016). Manejo de malezas en palma aceitera. Primer Congreso Regional de Palma de aceite. Tela, Honduras.
- Labrada, R., Caseley, J., & Parker, C. (2017). Manejo de Malezas para Países en Desarrollo (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120). Roma: FAO.
- Loaiza, C. (2015). El Cultivo de Palma de Aceite en el Ecuador. ANCUPA, 19 (Número Especial), 93-95.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería).(2017). Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA).Ecuador.
- Mieles, A. (2015). Evaluación de guadañadora, aspersora y boquillas para el control de malezas en palma africana (*Elaeis guinnesis jacq.*). Tesis de Ingeniería. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Manta, Ecuador.
- Mirambeau, A. (2013). CDC Coffee break.
- Ojeda, W. (2007). "Manejo y control de malezas en el cultivo de palma africana *Elaeis Guinneensis* en la zona de Quevedo". Tesis de Grado. Quevedo, Los Ríos, Ecuador: UTEQ.
- Palmerablog. (2015). Recuperado el 22 de Noviembre de 2018
- Pitty, A., & Muñoz, R. (2014). Guia practica para el control de malezas. Honduras: Zamorano Academic Press.
- Saézn, L. (2014). Cultivo de la Palma Africana, 1 p. Managua, Nicaragua. Recuperado el 22 de Noviembre de 2018
- Santillán, M. (2017). Manual de malezas presentes en cultivos de importancia económica del Ecuador. Agrocalidad. Quito, Ecuador.
- Technoserve. (2016). Manual Tecnico de Palma Africana. San Pedro Sula, Cortez, Honduras. Recuperado el 20 de Noviembre de 2018

Villanueva, J. (2015). Control químico de malezas en tierras de pastoreo. Boletín técnico. Santiago.

Zubiazarreta, L., & Díaz, L. (2014). Guía de Reconocimiento de Malezas (Primera ed.). (Syngenta, Ed.) Rosario, Argentina: Acquatint, Evolución Gráfica.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

## 7.1. Anexos

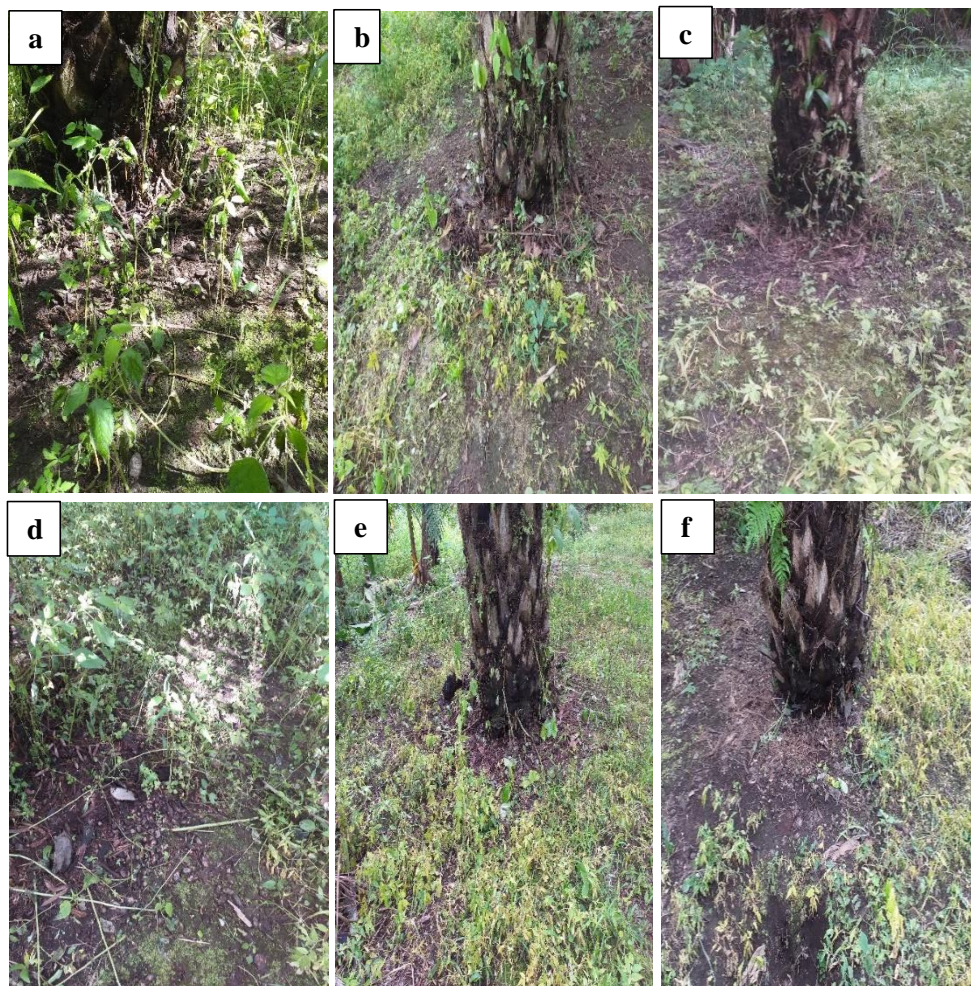
**Anexo 1:** Cuadro de madera de 1m<sup>2</sup> dividido en cuadrantes de 0,25cm



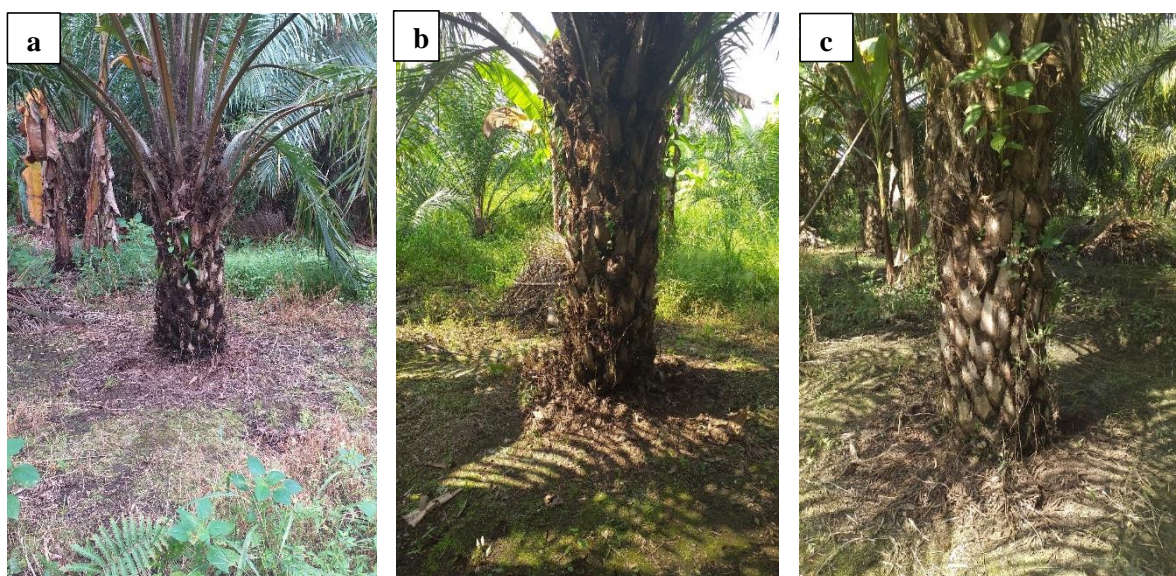
**Anexo 2:** Toma de datos de índice de malezas antes de la aplicación de los tratamientos en el lugar del experimento.



**Anexo 3:** Eficiencia del control de malezas 10 días después de la aplicación (dda) de los tratamientos: a) T1, b) T2, c) T3, d) T4, e) T5 y f) T6.



**Anexo 4:** Eficiencia en el control de malezas 20 días después de la aplicación de los tratamientos: a) T3, b) T6 y c) T8.



**Anexo 5:** Corona de palma africana con presencia de retorno de malezas 30 DDA para los tratamientos en la dosis de 1.0 L. a) ácido acético + eugenol y b) ácido acético + eugenol+ carfentrazona.

