



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**

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

**Título del Proyecto de Investigación:**

“Determinación de la fitotoxicidad de la baba de cacao sobre malezas en el cultivo de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.)”.

**Autor:**

Geovanny Jonathan Tuárez Villacís

**Director del Proyecto de Investigación**

Ing. Moisés Arturo Menace Almea, MSc.

**Mocache – Los Ríos – Ecuador**

**2022**

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

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

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

---

**Geovanny Jonathan Tuárez Villacís**

**AUTOR**

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

El suscrito, **Ing. Moisés Arturo Menace Almea**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el egresado **Geovanny Jonathan Tuárez Villacís**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado, “**Determinación de la fitotoxicidad de la baba de cacao sobre malezas en el cultivo de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.)**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

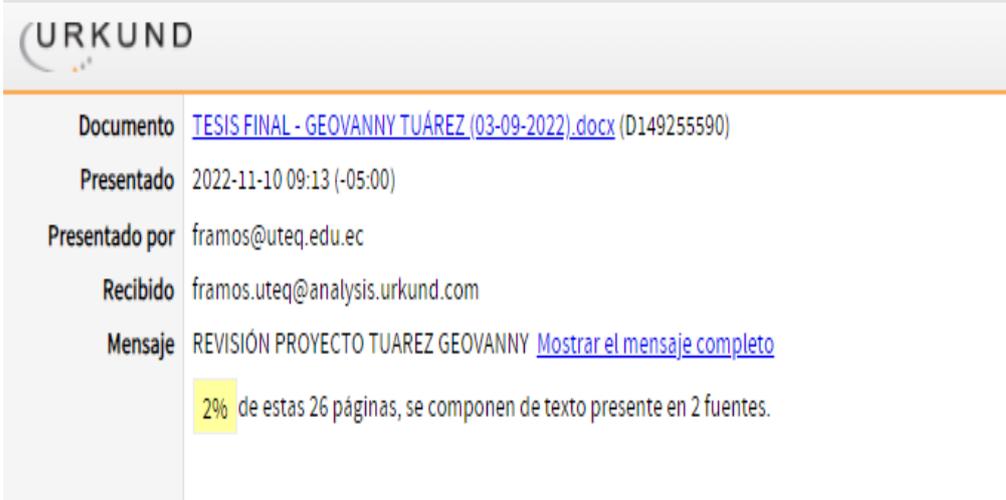
---

**Ing. Moisés Arturo Menace Almea, MSc.**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

# REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

## CERTIFICACIÓN

El suscrito **Ing. Moisés Arturo Menace Almea**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “**Determinación de la fitotoxicidad de la baba de cacao sobre malezas en el cultivo de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao L.*)**”, de autoría del estudiante **GEOVANNY JONATHAN TUÁREZ VILLACÍS** de la carrera de Agronomía (Rediseño). **CERTIFICA:** el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 2 %.



The image shows a screenshot of the URKUND plagiarism report interface. At the top left is the URKUND logo. Below it, a table-like structure displays the following information:

Documento	<a href="#">TESIS FINAL - GEOVANNY TUÁREZ (03-09-2022).docx</a> (D149255590)
Presentado	2022-11-10 09:13 (-05:00)
Presentado por	framos@uteq.edu.ec
Recibido	framos.uteq@analysis.arkund.com
Mensaje	REVISIÓN PROYECTO TUAREZ GEOVANNY <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>

Below the 'Mensaje' row, a yellow highlighted box contains the text: "2% de estas 26 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes."

---

**Ing. Moisés Arturo Menace Almea, MSc.**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

“Determinación de la fitotoxicidad de la baba de cacao sobre malezas en el cultivo de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.)”

Presentado al Consejo Académico como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

**Aprobado por:**

---

Ing. Freddy Guevara Santana, MSc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Martín Orrala Icaza, MSc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Victor Guamán Sarango, PhD.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

MOCACHE – LOS RIOS – ECUADOR

2022

## **AGRADECIMIENTOS**

Infinitamente a mis padres por haberme guiado por el camino del bien, brindándome cariño y comprensión en todo momento

A mi director de tesis, quién me ayudó en todo momento, Ing. Moisés Arturo Menace Almea.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, institución que me acogió y se convirtió en el templo del saber.

A todos mis maestros, ya que con sus conocimientos han hecho que me convierta en un buen profesional y excelente persona, a mis compañeros en general, por brindarme su amistad y compañerismo.

Gracias a todos mis amigos por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional para poder culminar con éxito mi carrera universitaria.

**Geovanny Jonathan Tuarez Villacis**

## **DEDICATORIA**

Dedico de manera especial el presente trabajo investigativo:

Primeramente, agradecer a Dios, a mis queridos Padres Cirila Villacís y Exiquio Tuárez, también dedico este logro a mis familiares, quienes día a día me dan ejemplo de superación siempre con la humildad y sencillez para ser un profesional de bien, a todos ellos dedico mi trabajo, agradezco el gran apoyo que me han brindado de todo corazón en este proceso, mis amigos y esta prestigiosa Universidad que me ha formado como un gran profesional y señores docentes para culminar mi carrera con éxito.

**Geovanny Jonathan Tuarez Villacis**

## RESUMEN

El cultivo de cacao es uno de los más importantes del país y su adecuado manejo agronómico ayuda a mantener la producción para abastecer la demanda del mercado. El objetivo de la presente investigación fue determinar el porcentaje de control en malezas de hojas anchas y angostas en el cultivo de cacao CCN-51 bajo la aplicación de la baba de cacao. El ensayo se realizó mediante un DBCA con seis tratamientos compuestos por mucílago de cacao en diferentes dosis y dos testigos (químico y mecánico), el T2 fue superior a los demás tratamientos, el T4 al 75% obtuvo promedio de fitotoxicidad de 86.67%, las especies más susceptibles fueron *Amaranthaceae*, *Cyperaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Onagraceae* y *Urticaceae*; en el peso de biomasa verde, el T6 obtuvo la superioridad con 37,04 g mientras que el T1 alcanzó el promedio más bajo con 1,3 g, en el análisis económico el T1 alcanzó el más alto costo con \$ 70, los tratamientos del tres al seis obtuvieron el mismo costo de \$ 18,45 dólares; finalmente basados a los resultados se determinó que la aplicación de baba de cacao al 75 % (2.75 L) tiene un alto porcentaje de control sobre las malezas, a los 21 días de aplicación siendo un resultado relevante en el estudio, por lo cual se considera al mucílago como una alternativa con alta eficacia y bajo costo para usarse como herbicida sistémico evitando el uso indiscriminado de agroquímicos dañinos para el medio ambiente.

**Palabras claves:** mucílago, herbicida, control biológico, alelopatía.

## ABSTRACT

Cocoa is one of the most important crops in the country and its proper agronomic management helps to maintain production to meet market demand. The objective of this research was to determine the percentage of control of broad-leaved and narrow-leaved weeds in the CCN-51 cocoa crop under the application of cocoa slime. The trial was conducted using a DBCA with six treatments composed of cocoa mucilage at different doses and two controls (chemical and mechanical), T2 was superior to the other treatments, T4 at 75% obtained average phytotoxicity of 86. The most susceptible species were Amaranthaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Onagraceae and Urticaceae; in the weight of green biomass, T6 obtained the superiority with 37.04 g while T1 reached the lowest average with 1.3 g, in the economic analysis T1 reached the highest cost with \$ 70, treatments three to six obtained the same cost of \$ 18.45 dollars; finally based on the results it was determined that the application of cocoa slime at 75% (2. 75 L) has a high percentage of control over weeds, 21 days after application, being a relevant result in the study, so mucilage is considered as an alternative with high efficacy and low cost to be used as a systemic herbicide avoiding the indiscriminate use of agrochemicals harmful to the environment.

**Key words:** mucilage, herbicide, biological control, allelopathy.

## TABLA DE CONTENIDO

PORTADA .....	i
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
CERTIFICADO DE APROBACION POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACION .....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
TABLA DE CONTENIDO .....	x
CÓDIGO DUBLÍN.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Planteamiento del Problema.....	4
1.2. Justificación .....	5
1.3. Objetivos .....	6
1.3.1. Objetivo General .....	6
1.3.2. Objetivos Específicos.....	6

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.1. Marco conceptual.....	8
2.1.1. Mucilago de Cacao.....	8
2.1.2. Herbicida.....	8
2.2. Marco Referencial.....	8
2.2.1. Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.).....	8
2.2.2. Descripción taxonómica.....	9
2.2.3. Descripción Botánica .....	9
2.2.4. Requerimientos Edafoclimáticos .....	10
2.2.5. Fermentación.....	11
2.2.5.1. Fermentación del Mucílago de Cacao.....	12
2.2.5.2. Mecanismo de acción del mucílago de cacao sobre las malezas .....	13
2.2.6. Malezas .....	13
2.2.6.1. Principales malezas encontradas en el cultivo de cacao .....	14
2.2.6.1.1. <i>Eleusine indica</i> L. (Orden: Poales; Familia: Poaceae).....	14
2.2.6.1.2. <i>Cyperus odoratus</i> L. (Orden: Poales; Familia: Cyperaceae).....	14
2.2.6.1.3. <i>Cuphea carthagenensis</i> (Orden: Myrtales; Familia: Lythraceae).....	14
2.2.6.1.4. <i>Lindernia crustacea</i> (Orden: Scrophulariales; Familia: Scrophulariaceae).....	15
2.2.6.2. Control de Malezas .....	15
2.2.6.2.1. Control Químico .....	16
2.2.6.2.2. Control Biológico.....	17
2.2.7. Antecedentes de la Investigación.....	18
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	20

3.1.	Localización.....	21
3.2.	Tipo de Investigación.....	21
3.3.	Métodos de Investigación .....	21
3.4.	Fuentes de Recopilación .....	22
3.5.	Diseño de la Investigación .....	22
3.5.1.	Factores en Estudio .....	22
3.5.2.	Tratamientos Evaluados .....	22
3.5.4.	Características de las Unidades Experimentales .....	23
3.6.	Instrumentos de Investigación .....	24
3.6.1.	Manejo del experimento.....	24
3.6.1.1.	Recolección y Fermentación del Mucílago de Cacao.....	24
3.6.1.2.	Delimitación de las Parcelas .....	24
3.6.1.3.	Control de Maleza.....	24
3.6.1.4.	Toma de Datos .....	25
3.6.2.	Variables evaluadas.....	25
3.6.2.1.	Control Visual de Cobertura de Maleza.....	25
3.6.2.2.	Altura de maleza por Especie.....	25
3.6.2.3.	Control por Especies y Familias .....	26
3.6.2.4.	Control de Fitotoxicidad a los 7, 14 y 21 Días.....	26
3.6.2.5.	Peso de Biomasa Verde de Maleza .....	26
3.6.2.6.	Análisis Económico .....	26
3.7.	Tratamiento de datos .....	27
3.8.	Recursos humanos y materiales .....	27
3.8.1.	Recursos humanos.....	27

3.8.2.	Recursos Materiales .....	27
3.8.2.1.	Material de oficina .....	28
3.8.2.2.	Softwares.....	28
3.8.2.3.	Recursos genéticos.....	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		30
4.1.	Resultados .....	31
4.1.1.	Control de Fitotoxicidad a los 7, 14 y 21 Días.....	31
4.1.2.	Control por Especies y Familias .....	31
4.1.3.	Altura de maleza por especies.....	33
4.1.4.	Peso de biomasa verde de maleza .....	33
4.1.5.	Análisis económico .....	34
4.2.	Discusión.....	35
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		39
5.1.	Conclusiones .....	40
5.2.	Recomendaciones.....	41
CAPÍTULO VI <sup>42</sup> BIBLIOGRAFÍA .....		42
6.1.	Bibliografía .....	43
CAPÍTULO VII. ANEXOS.....		47
7.1.	Anexos .....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1.** Peso de biomasa verde a los 21 días de aplicación de tratamientos en estudio...34

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición de pulpa de cacao. ....	13
<b>Tabla 2.</b> Características climáticas de la zona de estudio. ....	21
<b>Tabla 3.</b> Tratamientos evaluados en la investigación. ....	23
<b>Tabla 4.</b> Esquema del Análisis de Varianza utilizado en el ensayo. ....	23
<b>Tabla 5.</b> Escala de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). ....	25
<b>Tabla 6.</b> Control visual de la cobertura de maleza de los tratamientos. ....	31
<b>Tabla 7.</b> Control visual por especie y familia de los tratamientos. ....	32
<b>Tabla 8.</b> Altura de maleza por especie al inicio y al final de la aplicación de tratamientos. ....	33
<b>Tabla 9.</b> Análisis económico de los tratamientos estudiados .....	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Terreno antes de la investigación. ....	48
<b>Anexo 2.</b> Terreno delimitado para el establecimiento de la investigación.....	48
<b>Anexo 3.</b> Delimitación del terreno para el establecimiento del trabajo investigativo.....	48
<b>Anexo 4.</b> Terreno establecido y delimitado.....	49
<b>Anexo 5.</b> Parcelas donde se establecieron la aplicaciones de mucílago de cacao.....	49
<b>Anexo 6.</b> Parcelas a los 30 días antes de la aplicación de los tratamientos.....	49
<b>Anexo 7.</b> Mucílago de cacao fresco, listo para su fermentación. ....	50
<b>Anexo 8.</b> Mucílago de cacao fermentado.....	50
<b>Anexo 9.</b> Tamizando el mucílago de cacao para verterlo en la bomba de fumigación. ....	51
<b>Anexo 10.</b> Aplicación de los tratamientos en las parcelas en estudio. ....	51
<b>Anexo 11.</b> Segunda aplicación de los tratamientos en estudio.....	52
<b>Anexo 12.</b> Toma de datos de altura de la maleza después los tratamientos.....	52
<b>Anexo 13.</b> Toma de datos en las parcelas en estudio. ....	53
<b>Anexo 14.</b> Toma de datos de biomasa fresca después de la aplicación de los tratamientos. ....	53
<b>Anexo 15.</b> Anova de control visual a los 7, 14 y 21 días .....	54
<b>Anexo 16.</b> Anova de la biomasa.....	55
<b>Anexo 17.</b> Anova de altura de maleza de especie antes de la primera aplicación y después de la segunda aplicación .....	56

## CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Determinación de la fitotoxicidad de la baba de cacao sobre malezas en el cultivo de cacao CCN-51 ( <i>Theobroma cacao</i> L.)
Autor:	Geovanny Jonathan Tuárez Villacís
Palabras clave:	Mucílago, herbicida, control biológico, alelopatía.
Fecha de publicación:	
Editorial:	
Resumen:	<p>Resumen. - El objetivo de la presente investigación fue determinar el porcentaje de control en malezas de hojas anchas y angostas en el cultivo de cacao CCN-51 bajo la aplicación de la baba de cacao. Se empleo el mucílago de cacao en diferentes dosis y dos testigos (químico y mecánico), el T4 al 75% obtuvo promedio de fitotoxicidad de 86.67%, las especies más susceptibles fueron <i>Amaranthaceae</i>, <i>Cyperaceae</i>, <i>Euphorbiaceae</i>, <i>Fabaceae</i>, <i>Onagraceae</i> y <i>Urticaceae</i>; el peso de biomasa verde, el T6 obtuvo superioridad con 37,04 g ;el T1 alcanzo el promedio más bajo con 1,3 g, en el análisis económico el T1 alcanzo el más alto costo con \$ 70, los tratamientos del tres al seis obtuvieron el mismo costo de \$ 18,45 dólares.</p> <p><b>Abstact.- The objective of this research was to determine the percentage of control of broad-leaved and narrow-leaved weeds in the CCN-51 cocoa crop under the application of cocoa slime. Cocoa mucilage was used at different doses and two controls (chemical and mechanical), the T4 at 75% obtained an average phytotoxicity of 86. 67%, the most susceptible species were <i>Amaranthaceae</i>, <i>Cyperaceae</i>, <i>Euphorbiaceae</i>, <i>Fabaceae</i>, <i>Onagraceae</i> and <i>Urticaceae</i>; the weight of green biomass, T6 obtained superiority with 37.04 g ; T1 reached the lowest average with 1.3 g, in the economic analysis T1 reached the highest cost with \$ 70, treatments three to six obtained the same cost of \$ 18.45 dollars.</b></p>
Descripción:	68 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm, 2,54 cm en superior e inferior, alto y ancho
URI:	

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) tiene una gran relevancia en el Ecuador ya que, según datos del INEC, en el 2020, la superficie plantada de cacao a nivel nacional fue de 590.579 hectáreas, con una concentración de producción en la provincia de Los Ríos del 28,36% de la superficie plantada (1).

El control de malezas es muy importante para evitar el exceso de humedad en el ambiente y facilitar la circulación del aire, reduciendo la presencia de enfermedades causadas por hongos que afecten al cultivo de cacao (2). Las malezas son especies de plantas no deseadas que crecen alrededor de los cultivos, generando competencia por nutrientes, luz y agua, provocando que los cultivos presenten una deficiencia en su desarrollo y baja producción (3). Con relación al control de malezas desde la visión de la agricultura, el hombre ha buscado la reducción de su presencia desde tiempos inmemoriales para optimar el beneficio de su actividad agrícola (4).

En la actualidad para disminuir el problema de malezas en los campos agrícolas, se ha estado eligiendo esencialmente el uso de herbicidas químicos, provocando que estas sustancias generen efectos dañinos al medio ambiente, altos niveles de contaminación del suelo, aire y fuentes de agua. Los agricultores se ven obligados a utilizar los herbicidas químicos debido a la falta de conocimiento de alternativas orgánicas que ayude a contrarrestar los efectos adversos que ocasionan las malezas, para ello en primer lugar se debe tomar conciencia para utilizar técnicas de manejo, que además de ser efectivas, sean respetuosas con el ambiente y propicien el progreso de una agricultura sostenible.

El mucílago del cacao se obtiene del proceso de la fermentación de la semilla. Este componente del cacao es desechado en su mayoría en el suelo y en las aguas de los campos. Existen diversos estudios que sirven como antecedentes a esta investigación, uno de ellos

fue realizado por Noroña (2), quien determinó que el mucílago de cacao al 100% tiene un alto porcentaje de control, superior al 70 % en malezas de hojas anchas y angostas.

En este trabajo investigativo, se determinó el porcentaje de control y toxicidad en malezas de hojas anchas y angostas en el cultivo de cacao CCN-51 bajo la aplicación de la baba de cacao, para lo cual se estudiaron varias dosis del mucílago de cacao y así se evaluó la dosis que presentaba mayor control, otro aspecto considerado en esta investigación fue el costo de aplicación de cada tratamiento evaluado, por lo cual se realizó un análisis económico que permitió elegir el tratamiento que presente mayores ventajas a los costos del productor.

## **CAPÍTULO I**

### **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Planteamiento del Problema**

El cacao es uno de los cultivo perennes con mayor demanda, sin embargo, los pequeños y medianos agricultores que lo producen tienen poco o nulo conocimiento del manejo de herbicidas orgánicos como el uso de la baba de cacao como herbicida natural y poder aplicarlo para controlar las malezas en el campo agrícola, las plantaciones a lo largo de la producción se ven afectadas por diferentes tipos de malezas que compiten por los nutrientes, esto se debe a la falta de un buen control por parte de los agricultores, causando pérdidas de rendimiento con una incidencia entre el 25% y 50%, siendo más perjudiciales las que crecen cerca de la planta en las primeras etapas de desarrollo, efecto que es muy reconocido y preocupante para los agricultores. En el ámbito agrícola existe una alta tendencia a la utilización principal de agroquímicos de origen sintético, sin embargo, los productores no utilizan productos de origen orgánico que pueden tener el mismo o incluso mayor eficiencia que los productos convencionales, el desconocimiento de procesos permite que se sigan utilizando herbicidas en altas cantidades con potenciales riesgos ambientales.

### **Formulación del problema**

¿Qué efecto de fitotoxicidad causa la baba de cacao sobre malezas encontradas en el cultivo de Cacao CCN-51?

### **Sistematización del problema**

- ¿La baba de cacao utilizada como herbicida orgánico presentará algún tipo de fitotoxicidad en las malezas?
- ¿Qué dosis de la baba de cacao serán adecuadas para implementar en el control de malezas en los cultivos de cacao CCN-51?
- ¿Cuáles serán los tipos de malezas que presentarán fitotoxicidad a la aplicación de baba de cacao en el cultivo de cacao CCN-51?

## **1.2. Justificación**

Esta investigación se realizó para poder dar a conocer el uso del mucílago del cacao que en la gran mayoría de los casos es desechado por las personas dedicadas a la actividad agrícola. El aprovechamiento de este material permitirá elaborar un producto para controlar las malezas aportando beneficios al ambiente y reduciendo el uso de agroquímicos tóxicos que afectan a la salud de las personas dedicadas a esta actividad.

Las personas han tomado conciencia en adquirir productos orgánicos, por lo que los pequeños y grandes agricultores están eligiendo producir cultivos totalmente orgánicos. Los herbicidas orgánicos aportan grandes beneficios al medio ambiente, ya que están compuestos de desechos, que se descomponen fácilmente, no son tóxicos y, además, no generan resistencia en las malezas, por su elaboración artesanal se reducen los costos para los agricultores, generándoles así un mayor ingreso.

Los herbicidas orgánicos son una alternativa para poder controlar la maleza, los beneficios que presentan son varios, entre los que se destacan la fácil preparación, alta eficacia y bajos costos para los agricultores. Este proyecto está orientado al estudio de un herbicida de origen orgánico, siendo el mucílago de cacao la materia prima para su elaboración, con el análisis de los resultados obtenidos después de la aplicación del mucílago como agente herbicida en distintas dosis se busca acondicionar esta tecnología para los agricultores, quienes puedan optimizar recursos y tiempo en el control de las malezas.

### **1.3. Objetivos**

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

Determinar el porcentaje de control y toxicidad en malezas de hojas anchas y angostas en el cultivo de cacao CCN-51 bajo la aplicación de la baba de cacao.

#### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

- Determinar el porcentaje de control y fitotoxicidad en malezas de hoja ancha y angosta con la aplicación de la baba de cacao.
- Identificar la dosis más efectiva para el control de malezas de hoja ancha y angosta presentes en un cultivo de cacao.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

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

## **2.1. Marco conceptual**

### **2.1.1. Mucilago de Cacao**

Las semillas de cacao están rodeadas por una pulpa aromática la cual procede de sus tegumentos. La pulpa mucilaginosa está compuesta por células esponjosas parenquimatosas, que contienen células de savia ricas en azúcares (10-13%), pentosas (2-3%), ácido cítrico (1-2%), y sales (8-10%). Durante el proceso de cosecha de las semillas de cacao, la pulpa es removida por fermentación e hidrolizada por microorganismos (5).

### **2.1.2. Herbicida**

Es toda sustancia cuya propiedad química sea la de intoxicar a la planta hasta lograr que esta muera, actualmente en su mayoría de estos productos son de la industria agroquímica. El método químico no es sustituto sino complementario de otras formas de control Santana (6).

## **2.2. Marco Referencial**

### **2.2.1. Cacao (*Theobroma cacao* L.)**

Este cultivo pertenece al género *Theobroma*, cuyo origen se encuentra en la cuenca del Amazonas y otras regiones tropicales del Centro y Sur América. En este género se reconocen más de 20 especies, sin embargo, *T. cacao*, se cultiva de manera agrícola y extensiva. Su cultivo comenzó con los Mayas, quien hace 2000 años fue el primer pueblo que se dio cuenta de las valiosas cualidades de la almendra de cacao (5).

En Ecuador se cultivan agrícolamente dos tipos de cacao: el CCN-51 y el llamado Cacao Nacional. Ecuador es el país con la mayor participación en este segmento del mercado mundial (un 63 % de acuerdo con las estadísticas de ProEcuador). La producción se concentra principalmente en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos (7).

El CCN-51 es un cacao clonado cuyo origen es ecuatoriano que el 22 de junio del 2005 fue declarado, mediante acuerdo ministerial, una de alta productividad y este clon cultivado en Ecuador. El agrónomo Homero Castro Zurita en (1965) desarrolló el denominado cacao CCN-51 que significa Colección Castro Naranjal. De la misma manera se define que es un árbol de características pequeñas donde sus flores y frutos crecen en las partes del tronco y

ramas; sus flores son pequeñas y dan fruto a una mazorca o baya que en su interior contiene semillas cubiertas de una pulpa mucilaginosa blanquecina rica en azúcares (4).

### 2.2.2. *Descripción taxonómica*

Según Álvarez y Mendoza (8), la clasificación taxonómica del cacao es la siguiente:

- **Dominio:** Eukaryota
- **Reino:** Plantae
- **Phylum:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Orden:** Malvales
- **Familia:** Malvaceae
- **Género:** *Theobroma*
- **Especie:** *cacao*

### 2.2.3. *Descripción Botánica*

El clon CCN- 51 al ser una planta propagada vegetativamente, presenta un tipo de crecimiento lateral y de tamaño mediano (5 a 8 metros de altura), pudiendo llegar a medir hasta 20 metros de altura si se lo deja crecer libremente bajo sombra intensa, no posee raíz principal pivotante, sino varias raíces principales y la mayor cantidad de raicillas absorbentes, se encuentran en los primeros 30 cm de suelo (9).

Posee hojas simples, enteras y de color verde bastante variable (color café claro, morado o rojizo, verde pálido) y de peciolo corto. Tiene flores son pequeñas y se producen al igual que el fruto en racimos pequeños sobre el tronco y las ramas, alrededor de donde antes hubo hojas. Además, las flores son pequeñas y delicadas, que nace en inflorescencia donde una vez hubo hojas, es hermafrodita y posee cinco sépalos (blancos o ligeramente rosados), cinco pétalos y cinco estambres, que se abren en la tarde y pueden ser fecundadas durante todo el día siguiente. Su fruto es una baya grande (mazorca), polimórfica (esférica o fusiforme) de

color rojo que puede alcanzar hasta 30 cm de largo, con un peso aproximado de 1000 g; en el centro posee un cordón fibroso blanco que le sirve de asiento a los granos. Las semillas son pequeñas, aplastadas y deformes, el número de semillas por baya oscila entre los 20 y 40. La pulpa es blanca, rosada o café; es de sabor ácido, dulce y aromático (10).

CCN-51 florece dos veces al año, siendo el principal periodo de floración en junio y julio. En los meses de septiembre y octubre tiene lugar a una segunda floración pero su índice es menor (8).

#### ***2.2.4. Requerimientos Edafoclimáticos***

Los factores climáticos que determinan el desarrollo del cacao son la temperatura y la lluvia. A estos se le unen el viento y la luz o radiación solar. El cacao es una planta que se desarrolla bajo sombra. La humedad relativa también es importante ya que puede contribuir a la propagación de algunas enfermedades del fruto. Estas exigencias climáticas han hecho que el cultivo de cacao se concentre en las tierras bajas tropicales (8). El requerimiento hídrico para este cultivo oscila entre 1.200 y 2.400 mm de precipitaciones (Según la ubicación de la plantación), repartidos durante los 12 meses del año, con un mínimo mensual de 100 a 120 mm de agua (11).

El grado de luz que debe recibir una plantación de cacao está en relación a la disponibilidad de agua y nutrientes presentes en el suelo. Se ha estudiado que, a menor sombra, mayores serán los requerimientos de abonos orgánicos y de cuidados fitosanitarios, y que, a menor edad del cultivo, más necesaria se hace la presencia de sombra, sobre todo en los primeros tres años del cultivo. En las zonas productivas del país es necesario el brillo solar en cantidad de 800 a 1.000 horas anuales (11).

Para la producción de cacao el ambiente debe ser húmedo, un promedio de 70 a 80% de humedad relativa es la más aconsejable. Los vientos fuertes son inconvenientes porque pueden destruir las ramas, volcar las plantas y dañarlas. Las zonas donde los vientos son fuertes y frecuentes deben descartarse para este cultivo y seleccionar zonas donde las corrientes de aire no constituyan problemas al cultivo. La temperatura media anual óptima para el cultivo del cacao es de 25° C; bajo los 22° C la floración se inhibe y con temperaturas menores, los frutos tardan en madurar. La temperatura del suelo, para una buena

conservación de la materia orgánica, no debe ser superior a los 25° C. La temperatura máxima que soporta el cultivo de cacao es de 32° C, mientras que, la temperatura mínima es de 21° C (12).

Un suelo apto para el cultivo de cacao debe tener una estructura de franco a franco arcilloso y franco arenoso, con profundidad mínima de 1 m que permita el desarrollo radicular y la absorción de agua, con buena retención de agua y drenaje adecuado de ser el caso; el cacao se desarrolla mejor en suelos provistos de materia orgánica, por lo cual la distribución de hojarasca y cascarones de mazorcas sanas dentro de la plantación es una buena práctica. Además, el cacao crece mejor en sitios con poca pendiente, que no sobrepase el 30%. El nivel aceptable de pH para el cacao es de 5,5 a 7,0; el rango óptimo es de 6,0 a 6,5. Los suelos más apropiados para la siembra de cacao en el país son los bancos de los ríos (13).

El propósito del sombreamiento al inicio de la plantación es reducir la cantidad de radiación que llega al cultivo para reducir la actividad de la planta y proteger al cultivo de los vientos que la puedan perjudicar. Cuando el cultivo se halla establecido se podrá reducir el porcentaje de sombreo hasta un 25 o 30%. La luminosidad deberá estar comprendida más o menos al 50% durante los primeros 4 años de vida de las plantas, para que estas alcancen un buen desarrollo y limiten el crecimiento de las malas hierbas (8).

#### **2.2.5. Fermentación**

Desde la antigüedad se conoce la actividad de transformación de la materia por parte de hongos y bacterias, si bien algunos de sus procesos han sido utilizados para la elaboración de pan, quesos, vinos o cerveza. Las levaduras, organismos eucarióticos pertenecientes al reino de los hongos (ascomicetos), son los microorganismos más importantes y de mayor uso en la industria, empleándose en la fabricación de pan, sirviendo como fuente de alimento a macroescala de cultivo y en la producción de vitaminas y factores de crecimiento. Son individuos microscópicos ubicuos, pudiéndose aislar en la superficie de frutas con alto contenido en azúcares o incluso en los suelos de cultivo. La fermentación es el proceso catabólico responsable, bajo condiciones de anaerobiosis (ausencia de oxígeno), de la degradación de la materia orgánica. Se clasifica atendiendo a la naturaleza del sustrato y productos finales (fermentación láctica, pútrida, acética...) (14).

### **2.2.5.1. Fermentación del Mucílago de Cacao**

Es un proceso que ayuda a descomponer la pulpa mucilaginosa que rodea los granos y causa la muerte de los cotiledones. También ayuda a provocar cambios bioquímicos dentro de los granos que contribuyen a la reducción de azúcares y la astringencia, y al desarrollo de los precursores de aromas. Durante este proceso, existe una relación ordenada entre microorganismos y las variaciones de temperatura, pH y humedad, con la formación de alcoholes, ácidos y compuestos polifenólicos, que matan el embrión (15).

La fase inicial consiste en la transformación de los azúcares del mucílago de cacao en alcohol etílico, que se lleva a cabo por las levaduras, pertenecientes a los géneros *Candida*, *Dedaryomyces*, *Hansenulaa*, *Kloeckera*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces* y *Torulopsis*. Cuando el medio es rico en azúcar, su transformación en alcohol hace que, llegada una cierta concentración, las levaduras no puedan sobrevivir. Los microorganismos tienen un efecto diferente en la producción de los precursores del sabor. Durante los primeros días de fermentación, las levaduras dominan la población microbiana y desdoblan los azúcares de la pulpa ácida que rodea al grano para producir etanol (5).

Los subproductos de la fermentación de la pulpa, particularmente el ácido acético, impregna la testa y el cotiledón; la combinación de ácido acético y calor mata la almendra y previene la germinación. Al mismo tiempo que esto ocurre, la baba mucilaginosa es exudada lentamente de la masa en fermentación, y por gravedad, cae al fondo del lugar donde se fermenta. En una buena fermentación activa se produce una elevación de temperatura en más de 10°C durante las primeras 24 horas, para llegar luego a más de 40°C. La fermentación alcohólica termina cuando aumenta la concentración de alcohol (de 12 a 14%), es decir, cuando se consumen todos los azúcares de la pulpa, entra oxígeno a la masa y se eleva el pH, provocando la muerte de las levaduras (tabla 1). Mediante la fermentación los granos de cacao llegan a desarrollar los precursores del sabor y aroma que les son característicos, y que se terminan de 31 obtener durante el tostado (5).

**Tabla 1***Composición de pulpa de cacao.*

<b>Composición de la pulpa</b>		
	<b>Antes de la fermentación</b>	<b>Después de la fermentación</b>
<b>Agua</b>	82 - 87%	45 - 7%
<b>Sacarosa</b>	12%	0%
<b>Ácido cítrico</b>	1 - 2%	0.5%
<b>Pectina</b>	1 - 1.5%	-
<b>pH</b>	3.7%	6.5%
<b>Alcohol etílico</b>	-	0.5%
<b>Ácido acético</b>	-	1.6%

Fuente: Anvoh *et al.* (16).

### **2.2.5.2. Mecanismo de acción del mucílago de cacao sobre las malezas**

El herbicida fabricado a partir del mucílago del cacao es eficiente debido a que este contiene en su composición ácido cítrico que es beneficioso para el biocontrol de maleza (17). Además, al ser fermentado el mucílago produce ácido acético que es utilizado como un herbicida orgánico. La acidez de este ácido acético ayuda a deteriorar a la maleza, ya que ayuda a la oxidación de ácidos grasos que constituye en sí a la mayor parte de la pared celular de las plantas dando como resultado subproductos con mucha cantidad de oxígeno causando así la muerte de la maleza. Este herbicida ayuda a marchitar a la planta después de unas horas de haber sido aplicado, pero no actúa sobre la raíz de la planta (18).

### **2.2.6. Malezas**

Se denomina maleza a cualquier especie vegetal que crece de forma silvestre en una zona cultivada o controlada por el ser humano cultivos agrícolas o plantaciones forestales. Esto hace que prácticamente cualquier planta pueda ser considerada mala hierba si crece en un lugar en el que no es deseable. Hay muchas actividades dentro del manejo de las plantaciones que deben ser contempladas para garantizar su desarrollo, entre ellas se encuentra el control de malezas o plantas arvenses, así como la prevención y manejo de plagas. Las malezas han ganado espacio en los sistemas de cultivos, por medio de la agricultura convencional, se considera la presencia de diferentes malezas en los cultivos, lo cual estas malezas tienen un fuerte impacto en entomofauna de los cultivos (19).

### **2.2.6.1. Principales malezas encontradas en el cultivo de cacao**

Según Santillán (20), las principales malezas encontradas en el cultivo de cacao son:

#### **2.2.6.1.1. *Eleusine indica* L. (Orden: Poales; Familia: Poaceae)**

Es una planta monocotiledónea anual de hasta 80 cm de alto, que posee un tallo recto o ascendente, ramificándose en la parte inferior, sus hojas son vainas foliares comprimidas y aquilladas, glabras o con algunos pelos marginales en la parte superior, lígula en forma de membrana ciliada de más o menos 1 mm de largo, hasta de 30 cm de largo y 9 mm de ancho; con espiguillas de 3 a 7 mm de largo, compuestas de 4 a 9 flores, sobre un raquis angostamente sin alas. El fruto se encuentra dispersadas dentro del flósculo, de 1 a 2 mm de largo y de hasta 1 mm de ancho, surcado y rugoso en la superficie, color café oscuro, café rojizo o café negruzco (20).

#### **2.2.6.1.2. *Cyperus odoratus* L. (Orden: Poales; Familia: Cyperaceae)**

Es una planta monocotiledónea anual que posee raíces fibrosas de hasta 60 cm de alto con un tallo triangular hasta de 5 mm de ancho, hojas con láminas en forma de “V” o de “M” de 10 a 65 cm de largo y de 4 a 12 mm de ancho, la inflorescencia consta de 5 a 9 brácteas horizontales a ascendentes, rayos hasta 25 cm de largo, espigas sésiles de 14 cm de largo y espiguillas oblongas a lineares de 5 a 27 mm de largo y hasta 2 mm de ancho de color cafés a rojizas (20).

#### **2.2.6.1.3. *Cuphea carthagenensis* (Orden: Myrtales; Familia: Lythraceae)**

Es una planta monocotiledónea herbácea perenne de hasta 60 cm de alto con tallo redondeados, pubescentes con pelos estrellados, hojas opuestas, ovadas a lanceoladas, de 2.5 cm de largo y de 1 cm de ancho, nervaduras pronunciadas, inflorescencias axilares y terminales con flores de 1 a 4 por nudo, pedicelos cortos, tubo floral de 5 mm de largo, 5 pétalos de color lila a morado (20).

#### **2.2.6.1.4. *Lindernia crustacea* (Orden: *Scrophulariales*; Familia: *Scrophulariaceae*)**

Es una planta dicotiledónea herbácea perenne de hasta 15 cm de alto con tallo tetrangulado, presenta pelillos, hojas ovaladas, opuestas, bodes ligeramente aserrados, de 1 a 2 cm de largo y de 0.8 a 1 cm de ancho, cortamente pecioladas, inflorescencias axilares y terminales, pedicelos de hasta 2 cm de largo, corola de 6 mm de largo, de color amarilla (20).

#### **2.2.6.2. Control de Malezas**

El control de malezas no desarrollado a tiempo puede causar serios problemas, no sólo a las áreas cultivables, donde inciden, sino también a áreas cultivables vecinas. En la actualidad la necesidad apremiante de aumentar rápidamente la producción de alimentos a nivel mundial exige la comprensión de las dinámicas de las malezas. La identificación de las especies de malezas que sirven de hospederas alternativas de distintas especies de insectos es importante a fin de definir los efectos directos de estas plantas indeseables sobre las poblaciones de insectos (21).

Se han reportado alrededor de 435 casos de malezas resistentes a herbicidas en el mundo, en 83 cultivos y 55 países, desarrollando resistencia a 22 de los 25 sitios de acción de los herbicidas conocidos y a 155 diferentes herbicidas. Los cultivos en áreas tropicales se encuentran infestados por unas 50 a 200 especies de malezas que por competencia con el cultivo causan pérdidas de rendimiento entre el 25 y 50% (22).

Según Albuja (21), existen varios métodos para el control de las malezas o para reducir su infestación a un determinado nivel, entre estos:

- Métodos preventivos, que incluye los procedimientos de cuarentena para prevenir la entrada de una maleza exótica en el país o en un territorio particular.
- Métodos físicos, arranque manual, escarda con azada, corte con un machete u otra herramienta y labores y cultivo.

- Métodos culturales, rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distancia de siembra o plantación, cultivos intercalados o policultivo, cobertura viva de cultivos, acolchado y manejo de agua.
- Control químico a través del uso de herbicidas.
- Control biológico a través del uso de enemigos naturales específicos para el control de especies de malezas.

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 (23).

#### **2.2.6.2.1. Control Químico**

De acuerdo a Santana (6). el control químico se efectúa por medio de herbicidas, los cuales al ser aplicados sobre las malezas intoxican hasta llegar a destruirlas sin que afecten a la planta. El método químico no es sustituto sino complementario de otras formas de control, señalando que el éxito de aplicación se obtiene cuando se consideran factores:

- Identificación de malezas.
- Selección de herbicidas.
- Dosis adecuada y forma de aplicación.

Según Hipo (4), el control químico presenta claras ventajas en el cultivo de cacao, como lo son:

- Su acción es inmediata puede acabar con distintos tipos de malezas.
- Desaparece lentamente, por lo que sigue actuando tiempo después de su aplicación.
- Poca sensibilidad a factores ambientales (temperatura, radiación UV, humedad) que presentan la mayoría de estos productos.
- Se producen ampliamente a nivel mundial.

Además, de acuerdo a Hipo (4), el control químico presenta claras desventajas en el cultivo de cacao, como lo son:

- Los herbicidas químicos actúan matando todo tipo de maleza e incluso plantas deseables.
- Los tipos de maleza y otras plantas pueden desarrollar resistencia a estos herbicidas lo que hace necesario utilizar dosis mayores o productos con mayor efectividad.
- Su degradación en el medio ambiente es muy lenta, debido a esto, los herbicidas químicos alteran el balance de la naturaleza desequilibrando los sistemas ecológicos contaminando el suelo y el agua.
- Tienen una peligrosidad alta ya que pueden llegar a causar daños irreversibles a órganos vitales de quienes están expuestos a ellos.
- El manejo de estos compuestos lleva consigo unos riesgos de intoxicación que deben ser tenidos en cuenta por las personas que los manipulan y aplican.

#### **2.2.6.2.2. Control Biológico**

Este método se basa en la introducción de enemigos exóticos naturales en áreas, donde anteriormente no estaban presentes, para el control de una maleza específica. Por lo general el método se aplica, pero no siempre es el caso a malezas exóticas. Esto se debe a que una maleza exótica es normalmente introducida en una nueva área libre de sus enemigos naturales normales, lo que crea un desbalance ecológico que posibilita su reproducción y diseminación con mucho más éxito que en su región de origen, donde es atacada por un número de enemigos naturales que reducen su competencia. Esta introducción de enemigos naturales, traídos del área de origen de la maleza a su nuevo hábitat exótico, es la que permite el control exitoso de la maleza y la restauración del balance natural (24).

El control biológico presenta claras ventajas en el cultivo de cacao, como lo son:

- Debido a su rápida degradación pueden ser selectivos con ciertos tipos de malezas y menos agresivos con los enemigos naturales.
- La maleza tiende a desarrollar menor resistencia a productos naturales que a productos químicos.

- Su rápida degradación puede ser favorable pues disminuye el riesgo de residuos en los alimentos, presentan una acción más específica y son biodegradables.
- Varían y actúan rápidamente, solo que el control biológico requiere mucha paciencia y entretenimiento.
- La mayoría de estos productos tienen una peligrosidad relativamente baja ya que suelen degradarse fácilmente (4).
- Algunos pueden ser usados poco tiempo antes de la cosecha, ya que al degradarse no dejan residuos tóxicos, además de que muchos de estos productos no causan fitotoxicidad.

El control biológico presenta desventajas en el cultivo de cacao (4), como lo son:

- Para tener una mayor efectividad es necesario hacer aplicaciones constantemente.
- Presentan una efectividad de control menor en general que los productos químicos. Los resultados del control biológico a veces no son tan rápidos como se espera, ya que los enemigos naturales atacan a unos tipos de malezas.
- Tienen necesidad de resolver problemas técnicos como la sensibilidad a factores ambientales (temperatura, radiación UV, humedad) que presentan la mayoría de estos productos.

### **2.2.7. Antecedentes de la Investigación**

Según Trillo (25), existe efecto del mucílago de cacao (*T. cacao* L.) en el control de las malezas, pero no en la composición del suelo, arrojando resultados de que el mucílago de cacao controla las malezas en un 61.59 %, y el mucílago de cacao más cloruro de sodio (al 24 % de sodio) controla las malezas en un 76.84 %, las malezas controladas pertenecen a la familia de las Poaceae: *Echinochloa colona*; arrocillo, *Paspalum conjugatum*; horquetilla, *Eleusine indica*; pata de gallina, *Digitalis sanguinalis*; pendejuelo, *Rottboellia conchinchinensis*; caminadora. Mientras que el mucílago de cacao no presenta influencia en las propiedades químicas del suelo. Con respecto a los microorganismos en el suelo se encontró en el tratamiento testigo una actividad microbiana que libera 9.42 g/ml de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en el área que se aplicó mucílago de cacao más cloruro de sodio, la actividad de los microorganismos libera 7.87 g/ml de CO<sub>2</sub>, a comparación del tratamiento

de mucílago de cacao que liberó 6.55 g/ml de CO<sub>2</sub>, esto nos indica que hay efecto negativo del mucílago de cacao en la actividad de los microorganismos presentes en el suelo.

Noroña (2), determinó el efecto de la aplicación de mucílago de cacao frente a la población y sensibilidad de malezas. Los tratamientos evaluados fueron T1 y T6 (1L de fermentado; 0 L de agua), T2 y T7 (1 L de fermentado; 1 L de agua), T3 y T8 (1 L de fermentado; 2L de agua), T4 y T9 (1L de fermentado; 3L de agua), T5 y T10 (1L de fermentado; 4 L de agua), y tres adicionales con la aplicación del herbicida paraquat y glufosinato de amonio, y un testigo absoluto. En población de malezas, las especies *Cuphea carthagenensis*, *Cyperus odoratus* y *Lindernia crustacea*, el mejor tratamiento fue un litro de mucílago de cacao al 100 % y un litro de agua. Eleusine indica fue la maleza más resistente siendo necesaria una dosis de mucílago de cacao al 100 % para obtener un 76.33% de control. En sensibilidad de malezas para *C. odoratus*, *C. carthagenensis*, *L. crustacea* y *E. indica*, el mejor tratamiento fue mucílago de cacao al 100 % con dos aplicaciones, dando un mejor grado de control. Para el número de rebrote de *C. odoratus*, *C. carthagenensis*, y *L. crustacea*, el mejor tratamiento fue mucílago de cacao al 100 % con dos aplicaciones con 0.00 malezas/m<sup>2</sup>, mientras que *E. indica* fue el mismo tratamiento con 5.58 malezas/m<sup>2</sup>, respectivamente. Mientras que Úrgiles (2) indica que la aplicación de un litro de mucílago de cacao en cantón Naranjal, provincia del Guayas, para el control de malezas tuvo valores correspondientes al 21.97 % de control.

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización

La presente investigación se realizó en los predios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), localizado en el Campus experimental “La María”, ubicado en el Km 7.5 vía Quevedo – El Empalme, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes: 79° 27” de longitud Oeste y 1° 06” de latitud Sur a una altitud de 75 msnm.

La zona de estudio presenta las siguientes condiciones climáticas que se dan a conocer en la tabla 2:

**Tabla 2**

*Características climáticas de la zona de estudio.*

<b>Parámetros</b>	<b>Promedio</b>
<b>Humedad relativa media (%)</b>	84
<b>Temperatura media anual (°C)</b>	24.9
<b>Precipitación media anual (mm)</b>	2295.2
<b>Heliofanía (hs/sol/año)</b>	870.2
<b>Evaporación promedio anual (mm)</b>	999.0

Fuente: (26).

### 3.2. Tipo de Investigación

En este proyecto se aplicó una investigación del tipo experimental, debido a que las variables estudiadas fueron directamente manipulables como la incidencia del mucílago de cacao en las malezas encontradas en las plantaciones de cacao CCN-51.

### 3.3. Métodos de Investigación

#### 3.3.1. *Inductivo*

Se utilizó el método inductivo partiendo de lo general a lo específico, para poder determinar de las diferentes variables en referencia a los objetivos planteados.

### **3.3.2. *Deductivo***

Se utilizó el método deductivo que permitió el análisis del efecto del mucílago de cacao en las malezas pertenecientes a las plantaciones de cacao.

### **3.3.3. *Campo***

Se usó el método de campo debido a que fue una investigación donde se trabajó directamente en el lugar de las plantaciones.

## **3.4. Fuentes de Recopilación**

Para el desarrollo de esta investigación se recopiló información de fuentes primarias y secundarias: las fuentes primarias fueron obtenida a través de la observación directa de los resultados logrados al final de la investigación y las fuentes secundarias fueron extraídas de libros, revistas científicas, artículos científicos, tesis y boletines divulgativos.

## **3.5. Diseño de la Investigación**

### **3.5.1. *Factores en Estudio***

En el presente trabajo investigativo el factor de estudio fue:

- Dosis de la baba de cacao.

### **3.5.2. *Tratamientos Evaluados***

Para el establecimiento de la investigación se usaron seis tratamientos con tres repeticiones, en la tabla 4 se detallas cada uno de ellos.

**Tabla 3***Tratamientos evaluados en la investigación.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	Testigo mecánico
<b>T<sub>2</sub></b>	Testigo químico Paraquat (1,5 l/ha)
<b>T<sub>3</sub></b>	Mucílago al 100% (3 L)
<b>T<sub>4</sub></b>	Mucílago al 75% (2.25 L)
<b>T<sub>5</sub></b>	Mucílago al 50% (1.5 L)
<b>T<sub>6</sub></b>	Mucílago al 25% (0.75 L)

**3.5.3. Diseño experimental**

Se empleó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con seis tratamientos en los que se incluyeron dos testigos uno químico y otro mecánico, se usaron tres repeticiones. Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza y a la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para establecer la diferencia entre las medias de los tratamientos (Tabla 3).

**Tabla 4***Esquema del Análisis de Varianza utilizado en el ensayo.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Repeticiones	2
Tratamientos	5
Error	10
Total	17

**3.5.4. Características de las Unidades Experimentales**

Número de unidades experimentales:	18
Número de plantas por unidad experimental	12
Distancia entre plantas	3 m
Área de las unidades experimentales:	81 m <sup>2</sup>
Largo:	9 m

Ancho:	3 m
Forma de UE:	Cuadrangular

### **3.6. Instrumentos de Investigación**

#### **3.6.1. Manejo del experimento**

##### **3.6.1.1. Recolección y Fermentación del Mucílago de Cacao**

Se procedió con la recolección de mucílago de cacao CCN-51 proveniente de mazorcas de una plantación establecida en el Campus experimental “La María”, la almendra de cacao no fue comprometida en la investigación. Al momento de la cosecha, en el suelo se colocó un plástico ubicado en un lugar estratégico con un pequeño grado de inclinación, encima de este se colocó el cacao cosechado para que el mucílago escurriera durante 7 días. Posteriormente, se recogió en un tanque de 60 L, se lo tapó herméticamente y se sometió a un proceso de fermentación anaeróbica durante 40 días, de acuerdo a lo descrito por Noroña (27).

##### **3.6.1.2. Delimitación de las Parcelas**

Cuando el área del ensayo estuvo totalmente cubierta de malezas después de 30 días sin aplicar ningún herbicida, se procedió a establecer 18 parcelas, cada una con una dimensión de 3 x 9 m diferenciándose estas con cintas de colores (Anexo 3).

##### **3.6.1.3. Control de Maleza**

Se utilizaron 5 bombas de mochila para evitar que un herbicida se mezcle con otro. La dosis utilizada para el control químico (Paraquat) fue de 1.5 L por cada 200 L de agua/ha. En el caso del mucílago de cacao la dosis fue la propuesta en cada uno de los tratamientos mostrados en la tabla 4. Los tratamientos evaluados fueron aplicados cada 7 días durante un lapso de dos meses.

#### 3.6.1.4. Toma de Datos

Se usó el método del cuadrante (3), el cual consiste en formar un cuadrado de 1 m<sup>2</sup> de área y lanzarlo al azar dentro de cada parcela por tratamiento y por repetición. En ese espacio se contabilizaron las malezas existentes (malezas controladas y malezas vivas), de las tres repeticiones y se obtuvo un promedio y por regla de tres se estableció el porcentaje de malezas controladas. Este procedimiento se realizó para cada uno de los tratamientos, de acuerdo a la metodología de Urgilés (3).

#### 3.6.2. Variables evaluadas

##### 3.6.2.1. Control Visual de Cobertura de Maleza

Para poder determinar el control visual de malezas ubicadas en las parcelas a estudiar se usó la Escala de la Asociación Latinoamericana de Malezas, se lo realizó cada dos semanas de iniciado el experimento después de la primera y segunda aplicación (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Escala de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM).*

<b>NIVEL DE CONTROL</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>
0 – 40	Ninguno a pobre
41 – 61	Regular
61 – 71	Suficiente
71 – 80	Bueno
81 – 90	Muy Bueno
91 – 100	Excelente

**Fuente:** (Urgilés, 2018).

##### 3.6.2.2. Altura de maleza por Especie

Se procedió a tomar las medidas de las malezas presentes en un cuadrado de 1 m<sup>2</sup> de área desde la superficie del suelo hasta el extremo superior. La medida se tomó de las diferentes

especies de maleza de cada una de las parcelas antes de la primera aplicación, y después de la última aplicación.

### **3.6.2.3. Control por Especies y Familias**

Se contabilizó el número de cada especie existente antes de la primera aplicación de los herbicidas, realizando un inventario; después de la última aplicación se volvió a contabilizar el número de cada especie, para esta variable se utilizó un manual de identificación de malezas de Syngenta (33).

### **3.6.2.4. Control de Fitotoxicidad a los 7, 14 y 21 Días**

Se tomó el porcentaje de fitotoxicidad a los 7, 14 y 21 después de cada aplicación, posteriormente se evaluó los niveles de afectación de mortalidad de malezas de cada tratamiento se utilizó la escala de 0 a 100%, planteada en los estudios de Urgilés (3), donde 0 equivale de ningún a muy poco daño, no tiene efecto de fitotoxicidad sobre las malezas y 100 corresponde daño muy severo.

### **3.6.2.5. Peso de Biomasa Verde de Maleza**

Se procedió a cortar con una tijera las malezas presentes al ras del suelo al final del ensayo, determinando el peso fresco de cada una en gramos, para contabilizar la cantidad de biomasa verde que quedó de los diferentes tratamientos de cada parcela a comparación de los testigos.

### **3.6.2.6. Análisis Económico**

Se analizaron los costos procedentes de la aplicación del mejor herbicida orgánico con referencia a los testigos (control químico y control mecánico), para poder cuantificar cual tratamiento presento mayores beneficios a la plantación de cacao CCN-51.

### **3.7. Tratamiento de datos**

Se anotaron en un cuaderno de notas todos los datos obtenidos de la investigación, posterior a ello se trasladó a una hoja de cálculo de Excel para ordenar y promediar los valores, se procedió a realizar el análisis de la varianza (ANOVA) y para comparar las medias obtenidas por cada tratamiento, se empleó la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), a través del software estadístico InfoStat.

### **3.8. Recursos humanos y materiales**

#### **3.8.1. Recursos humanos**

El recurso humano que contribuyó para la realización del presente proyecto de investigación se nombra a continuación:

- Director del proyecto de investigación: Ing. Moisés Arturo Menace Almea
- Estudiante y autor del Proyecto de Investigación: Geovanny Jonathan Tuárez Villacís

#### **3.8.2. Recursos Materiales**

- Medidor de pH (ph-metro)
- Termómetro
- Balanza.
- Bomba a mochila
- Moto guadaña
- Vasos de precipitación
- Probeta
- Espátulas
- Marcadores
- Papel periódico
- Cintas de colores
- Flexómetro.

- Tanques plásticos.
- Baldes
- Cedazo
- Machete
- Tiras de 1m de largo

### **Insumos**

- Agua destilada.
- Vinagre de manzana.
- Paraquat.

#### **3.8.2.1. Material de oficina**

- Cuaderno.
- Lapiceros.
- Computadora.
- Calculadora.
- Cámara fotográfica.

#### **3.8.2.2. Softwares**

- Microsoft Excel.
- Microsoft Word.
- Infostat.

#### **3.8.2.3. Recursos genéticos**

El material genético utilizado en esta investigación procedió de las plantaciones de cacao CCN-51 ubicadas en el Campus Universitario “La María”, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ). La plantación de cacao tenía al momento de

realización de la investigación una edad de 7 años y la aplicación de la baba de cacao fue en la misma plantación.

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Resultados

### 4.1.1. Control de Fitotoxicidad a los 7, 14 y 21 Días

Según el análisis estadístico sobre el control de fitotoxicidad, se observan diferencias significativas a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación; el T1(mecánico) tuvo el mayor promedio de control de maleza siendo estadísticamente superior a los demás con (96.67 %), el T3 (mucílago al 100%) presentó un porcentaje de control de 73.33%. Respecto a los tratamientos en estudio se determinó que a los 14 días T3 presentó una eficacia del 80%, y finalmente a los 21 días T4 (mucílago al 75%) presentó 86.67 % de eficacia respecto del control (tabla 5).

**Tabla 6.**

*Control visual de la cobertura de maleza de los tratamientos.*

<b>Tratamientos</b>	<b>D. 7</b>	<b>D. 14</b>	<b>D. 21</b>
1	96.67 a	97.67 a	100.00 a
2	73.33 b	80.00 b	95.00 ab
3	63.33 bc	71.67 bc	78.33 c
4	58.33 c	66.67 c	86.67 bc
5	28.33 d	38.33 d	46.67 d
6	6.67 e	11.67 e	16.67 e

### 4.1.2. Control por Especies y Familias

Se identificaron 21 especies agrupadas en 10 diferentes familias, las más afectadas fueron *Amaranthaceae*, *Cyperaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Onagraceae* y *Urticaceae* a los 21 días de aplicación, puesto que no se encontraron los individuos contabilizados al inicio de las aplicaciones (tabla 6).

**Tabla 7***Control visual por especie y familia de los tratamientos.*

<b>Familia</b>	<b>N° de especies por familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Tipo de hoja</b>
		<i>Conyza bonariensis.</i>	Pelo de negra	Ancha
<i>Asteraceae</i>	4	<i>Baccharis salicifolia.</i>	Chilca	Ancha
		<i>Chamaemelum nobile.</i>	Manzanilla	Ancha
		<i>Avena fatua L.</i>	Avena guacha	Ancha
<i>Amaranthaceae</i>	1	<i>Amaranthus viridis L.</i>	Bledo	Ancha
		<i>Philodendron panduraeforme.</i>	Camachillo	Ancha
<i>Araceae</i>	3	<i>Rottboellia cochinchinensis.</i>	Caminadora	Ancha
		<i>Pueraria phaseoloides.</i>	Kudzu	Ancha
<i>Cyperaceae</i>	1	<i>Cyperus esculentus.</i>	Coquillo	Angosta
<i>Euphorbiaceae</i>	1	<i>Euphorbia graminea Jacq.</i>	Lechoza	Ancha
<i>Fabaceae</i>	1	<i>Desmodium molliculum.</i>	Cadillo	Ancha
<i>Malvaceae</i>	1	<i>Anoda cristata.</i>	Malva	Ancha
<i>Onagraceae</i>	1	<i>Ludwigia peruviana</i>	Clavo de río	Ancha
		<i>Eleusine indica.</i>	Paja de burro	Angosta
		<i>Schizachyrium condensatum.</i>	Escoba	Angosta
<i>Poaceae</i>	6	<i>Poa annua L.</i>	Pasto de invierno	Angosta
		<i>Echinochloa colona.</i>	Paja palillo	Angosta
		<i>Panicum 32áximum Jacq.</i>	Paja saboya	Angosta
		<i>Paspalum quadrifarium.</i>	Paja virgen	Angosta
<i>Urticaceae</i>	1	<i>Urtica urens L.</i>	Ortiga blanca	Ancha

#### 4.1.3. *Altura de maleza por especies*

Tras el análisis estadístico se observa diferencia significativa de los tratamientos antes y después de la primera aplicación, el T1 se muestra superior en el control de especies de hoja ancha y angosta, de entre los tratamientos aplicados con el herbicida a base del mucilago de cacao el T4 muestra superioridad estadística en el control de maleza de hoja ancha, así como el de hoja angosta (tabla 8).

**Tabla 8**

*Altura de maleza por especie al inicio y al final de la aplicación de tratamientos.*

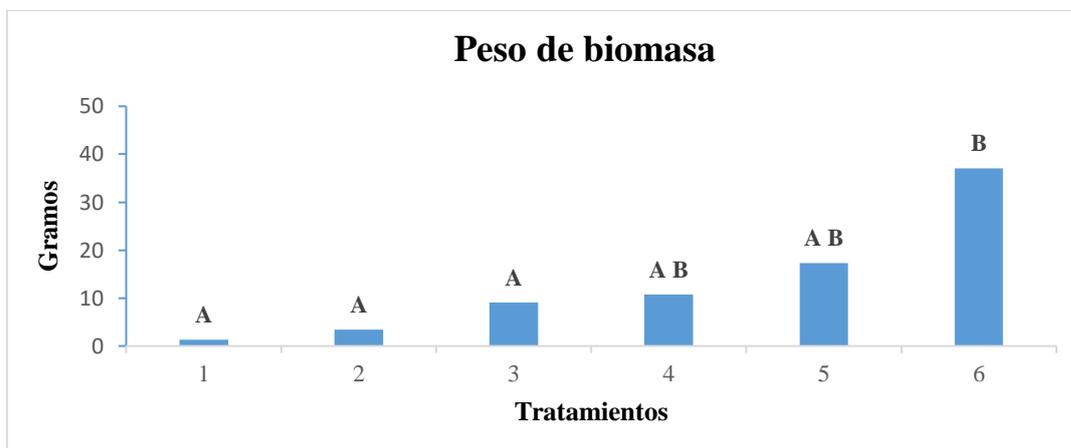
Tratamientos	Antes						Después					
	Hoja Ancha Aplicación			Hoja Angosta Aplicación			Hoja Ancha Aplicación			Hoja Angosta Aplicación		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	0.28 a	0.27f	0.40a	0.13d	0.33b	0.24b	0.03e	0.03e	0.03	0.03c	0.03c	0.03c
2	0.24 abc	0.30e	0.39a	0.40b	0.49a	0.29b	0.32d	0.30d	0.54d	0.03c	0.03c	0.03c
3	0.23 abc	0.46a	0.29b	0.43b	0.17d	0.23b	0.38cd	0.50b	0.71bc	1.70a	0.03c	0.32b
4	0.19 c	0.33d	0.33b	0.63a	0.27c	0.48a	0.78a	0.35cd	0.64c	0.03c	0.03c	0.03c
5	0.26 ab	0.42b	0.28b	0.24c	0.32bc	0.24b	0.45c	0.41c	0.85a	0.03c	0.40b	0.43a
6	0.22 bc	0.39c	0.33b	0.26c	0.16d	0.10c	0.61b	0.93a	0.77ab	0.12b	0.72a	0.30b

#### 4.1.4. **Peso de biomasa verde de maleza**

Los tratamientos estudiados presentaron diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 73,95, el menor promedio de biomasa se obtuvo en el tratamiento 1 (mecánico) con 1.3 gramos, el tratamiento 3 (mucílago al 100%) alcanzo 9,08 gramos de biomasa, por otro lado, el tratamiento 6 alcanzo el mayor porcentaje con una media de 37.04 gramos, figura (3).

**Figura 1**

*Peso de biomasa verde a los 21 días de aplicación de tratamientos en estudio*



#### 4.1.5. Análisis económico

Para este análisis se toma en consideración los tratamientos evaluados, se determinó que el T6 representa el menor costo con un valor de \$ 45,7, sin embargo, los tratamientos T3, T4, T5 y T6 mantienen el mismo costo de \$ 18,45 dólares siendo esto debido a que estos tratamientos fueron aplicados con el mismo producto en dosis diferentes, el T1 siendo un control manual resulto ser el más caro de todos los tratamientos estudiados ya que llegó a los \$ 70 dólares en costo de ejecución, (tabla 9).

**Tabla 9**

*Análisis económico de los tratamientos estudiados*

RUBROS	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Paraquat	1,5	19	28,5	0	28,5	0	0	0	0
Mucilago de cacao	1	5	5	0	0	1,25	1,25	1,25	1,25
Control manual	3	20	60	60	0	0	0	0	0
Otros	1	60	60	10	10	10	10	10	10
Jornal de aplicación de mucilago	3	12	36	0	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
<b>Total, de costo de aplicación</b>			<b>189,5</b>	<b>70</b>	<b>45,7</b>	<b>18,45</b>	<b>18,45</b>	<b>18,45</b>	<b>18,45</b>

- El precio de la caneca de 20 litros de mucilago de cacao cuesta \$ 5 dólares de acuerdo al precio que lo comercializa la empresa Riscocacao.

## 4.2. Discusión

El impacto ambiental y económico que genera el uso indiscriminado de productos químicos, para controlar plagas y enfermedades de los cultivos, ha generado preocupación en los agricultores en general, debido al alto costo y a los daños ambientales que acarrear (28). Con base en esta situación y con el fin de determinar la fitotoxicidad presente en el mucílago de cacao sobre malezas de un cultivo de alto interés en nuestro país como es el cacao variedad CCN-51 se efectuó el presente trabajo.

La aplicación de mucílago de cacao demostró un alto índice de mortalidad en las malezas presentes en el cultivo de cacao, con la implementación de la escala visual de Escala de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) se determinó que el índice de control de cobertura en T4 y T3 fue de 86.67% y 78.33%, no obstante, los tratamientos control demostraron un rango mayor en el control de cobertura con T1 con 100% y T2 con 95%.

De acuerdo a los diferentes trabajos académicos se evidencia que las dosis más efectivas del fermentado del mucilago de cacao deben ser menores a tres litros, la investigación realizada por hipo (2017) en la investigación denominada Aplicación de mucilago de semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el control de malezas obtuvo un efecto de fitotóxicidad, sobre las diferentes especies de malezas de hojas anchas y hojas angostas (<30 días). Con el 50% del mucilago de cacao (1L) más 50% agua H1D2A2 alcanzó mayores promedios a los 8 y 15 días con valores de 95,58 y 94,7 plantas muertas respectivamente, compartiendo el rango también se encuentra el tratamiento conformado por baba de cacao al 100% (1 litro de baba de cacao pura) con una sola aplicación (H1D1A1) con 81,42 plantas de mortalidad; Noroña (2018) dice que los resultados obtenidos en su investigación señalan que las especies *Cuphea carthagenensis*, *Cyperus odoratus* y *Lindernia crustacea* se controlaron con concentraciones de un litro de mucilago de cacao puro al 100% obteniendo un control de 100%, 96.98% y 100% respectivamente y de un litro de mucilago de cacao con un litro de agua, obteniendo un control de 100%, 80.81% y 100% respectivamente. La especie *Eleusine indica* fue la más resistente siendo necesaria una dosis de mucilago de cacao puro al 100% para obtener un 70.98% de control. El efecto herbicida del mucilago de cacao se debe a la forma en la que esta actúa, según Cabrera (2016) la movilidad dentro de la planta es de manera sistémica, al aplicarse esta entra por los estomas de las hojas, luego es trasladado por el simplasto y el apoplasto entrando así a los organelos celulares acumulándose en las

regiones meristemáticas causando la inhibición del crecimiento de la planta, por este motivo el mejor resultado se obtiene cuando el fermentado de cacao puede moverse con facilidad dentro de la planta, cuando está muy concentrado es limitado y de bajo efecto ya que no llega a ser trasladado a donde debe finalizar.

Hipo (2017), analizó el control de las malezas bajo la aplicación de mucílago de cacao y mucílago de cacao + biol, en su estudio logró identificar 28 especies pertenecientes a 15 familias consideradas malezas mediante el empleo del Catálogo digital de malezas del Ecuador, destacando que los tratamientos donde se implementó únicamente el mucílago presentaron promedios de control superiores a los que implementaron biol, resaltando H1D1A2 (100% de mucílago) y H1D2A2 (50% de mucílago) con 88.33% y 81.67% a los 8 días después de la primera aplicación; 96% y 95% a los 15 días de la segunda aplicación. También se pudo observar que las familias más afectadas por la aplicación del mucílago de cacao fueron *Brassicaceae*, *Plantaginaceae* y *Solanaceae* con 100% de afectación (4).

La implementación del mucílago de cacao en conjunto con ácido acético, ácido láctico y ácido cítrico en el manejo de *Rigodium implexum*, evidenció un control a los 45 días de 85.80%, 74.80 y 68.20% respectivamente; en comparación del tratamiento control que demostró un control del 3%. Al mismo tiempo la aplicación de mucílago enalteció las variables agronómicas del cultivo tales como mazorcas por planta, granos por mazorca, peso de 100 semillas y rendimiento del cultivo. Con una relación beneficio/costo de 1.89, 1.45, 1.06 y 0.78 respectivamente, destacando que los tratamientos donde fue aplicado el mucílago de cacao presentaron mayor retorno de dinero para el agricultor (29).

Noroña (2018), en su estudio determinó la población y sensibilidad de malezas, además del rebrote, frente a la aplicación de mucílago de cacao como herbicida natural. Los tratamientos evaluados fueron T1 y T6 (1L de fermentado; 0 L de agua), T2 y T7 (1 L de fermentado; 1 L de agua), T3 y T8 (1 L de fermentado; 2L de agua), T4 y T9 (1L de fermentado; 3L de agua), T5 y T10 (1L de fermentado; 4 L de agua), y tres adicionales con la aplicación del herbicida paraquat y glifosinato de amonio, y un testigo absoluto.

En las poblaciones de malezas, las especies que vieron una mayor afección fueron *Cuphea carthagenensis*, *Cyperus odoratus* y *Lindernia crustacea*, el mejor tratamiento fue un litro de mucílago de cacao al 100 % y un litro de agua (27). Se observan similitudes con el

presente trabajo investigativo donde a pesar de que las aplicaciones de mucílago de cacao a diversas concentraciones tuvieron altos efectos contra las malezas encontradas en plantaciones de cacao especialmente las concentraciones de 100% y 75% de mucílago, los tratamientos químicos (Paraquat) mostraron un espectro de afección mucho mayor, esto en se le atribuye al mecanismo de acción no selectivo que destruye la membrana celular actuando sobre la fotosíntesis.

En el presente estudio investigativo se identificaron 22 especies consideradas malezas, mismas que se vieron afectadas bajo la aplicación de mucílago de cacao, donde las malezas con menos valores de altura fueron el bledo, clavo de río, escoba, lechoza, ortiga blanca, paja saboya y paja virgen, alcanzando valores de 0 cm al finalizar la aplicación los 21 días, lo cual indica que el mucílago de cacao tuvo un efecto letal en estas malezas. Carrera (2016), analizó la altura de la paja pelada en el cultivo de cacao bajo diferentes dosis de mucílago, al 100% mucílago, 75% mucílago y 25% agua, 50% mucílago y 50% agua, el testigo no se le aplicó ningún compuesto ni orgánico ni químico, a los 15 días después de la última aplicación se procedió a tomar los datos de altura de la paja peluda, las malezas en estudio evidenciaron una alta inhibición en el crecimiento de las malezas, T1 con 29.04 cm, T2 con 47.04 cm, T3 con 53.80 cm y T4 (Testigo) con 88.34 cm de altura (30).

La aplicación de mucílago de cacao interfiere en el desarrollo de diversas malezas como lo son las gramíneas y algunas malezas de hoja ancha entre las que destacan *Digitaria sanguinalis*, *Eleusine indica*, *Leptochloa uninervia*, *Rottboellia cochinchinensis* y *Drymaria cordata* (3).

La aplicación de los insumos sintéticos a través del tiempo ha venido creando grandes problemas no solo en el deterioro ambiental, sino también en la economía del agricultor trayendo como consecuencia el incremento cada vez mayor de los costos de producción de los diferentes cultivos, tornándose aún esta situación más por la forma convencional de trabajo de muchos proyectos de desarrollo cuya característica principal es imponer el uso de paquetes tecnológicos modernos como la semilla mejorada, agroquímicos, etc. Se dice también que, la relación costo/beneficio de la actividad agrícola es contradictorio, pues, mientras los insumos sintéticos suben exageradamente de precios, los productos agrícolas representan una menor significación económica para el agricultor (31).

La aplicación de mucílago de cacao conlleva como consecuencia al agricultor dos beneficios el primero a corto plazo ya que se ven reducidos los ciclos de aplicación de herbicidas y/o los jornales para efectuar las rozas o chapias para controlar maleza en plantaciones establecidas de cacao; el segundo beneficio se presenta a largo plazo ya que como se ha demostrado del efecto inhibitor del crecimiento, y del efecto inhibitor en floración con el pasar de los años se va a tener menor población de malezas, este efecto lo consigue el mucílago de cacao ya que al pasar el proceso de fermentación los azúcares se convierten en ácido acético sustancia que hace posible que tenga un efecto de herbicida de acción inhibitor, esta acción inhibitor es inducida ya que al aplicar mucílago de cacao sobre las diversas malezas estas las absorben a través de las hojas transportándola dentro de la planta por el xilema y por el floema, inhibiendo la acción enzimática obteniéndose daño en las zonas meristemáticas responsables del crecimiento vegetal en las malezas (30).

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

- La aplicación de baba de cacao a los 21 días de aplicación tuvo un porcentaje de control de malezas de hojas anchas y angosta del 86.67, esto debido a que la baba de cacao tiene una acción de herbicida sistémico.
- Se determinó que la aplicación de baba de cacao al 75 % (2.75 L) tiene un alto porcentaje de control sobre las malezas ya que la fluidez de la concentración le permite transportarse a los meristemas de la planta inhibiendo el crecimiento y posterior muerte.
- El análisis económico presentó los menores costos bajo la aplicación de mucílago de cacao en la dosificación de (0.25 L), sin embargo, las demás dosificaciones fueron inferiores a los controles.

## **5.2.Recomendaciones**

- Se recomienda utilizar mucílago de cacao proveniente de plantaciones sanas para lograr obtener óptimos resultados.
- El fermentado proveniente del mucílago de cacao debe ser tamizado para evitar taponamiento en la bomba de fumigar, adicionalmente el proceso de fermento no debe ser por periodos que superen los 30 días.
- Se recomienda seguir la línea de investigación del presente estudio para estudiar el comportamiento del herbicida natural en época lluviosa.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Bibliografía

1. INEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020. Mayo del 2020.
2. Noroña Bastidas C. Determinación de la fitotoxicidad del mucílago de la semilla de cacao CCN-51 sobre las malezas en el cultivo de cacao. Universidad Central del Ecuador; 2018.
3. Urgilés Calle JD. Evaluación del efecto de herbicidas químicos y orgánicos para control de malezas en el cultivo de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Naranjal, provincia del Guayas. . [Guayaquil]: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2018.
4. Hipo Hipo MR. Aplicacion de mucílago de semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el control de malezas [Tesis]. [Ambato, Tungurahua, Ecuador]: Universidad Técnica de Ambato; 2017.
5. Luzuriaga Peña DL. Extraccion y aprovechamiento del mucílago de Cacao (*Theobroma cacao*) como materia prima en la elaboracion de vino [Tesis]. [Quito, Pichincha, Ecuador]: Universidad Tecnológica Equinoccial; 2012.
6. Santana García CJ. Control químico de malezas en una plantación comercial de pino (*Pinus radiata* D. Don) en el cantón Mejía, provincia de Pichincha, año 2019. [Quevedo]: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2019.
7. Guerrero G. El Cacao ecuatoriano Su historia empezó antes del siglo XV | Revista Líderes. Lideres., Pag, 23 - 45; Año 2013.
8. Álvarez Laborde JD, Mendoza Corro LF. Evaluación de la cosecha inicial de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), en asociación con Fernán Sánchez (*Triplaris cumingiana* F.) y teca (*Tectona grandis* L.) [Tesis]. [Quevedo, Los Ríos, Ecuador]: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2013.
9. Dostert N, Roque J, Cano A, La Torre MI, Weigend M, Luebert F. Hoja botánica: Cacao. *Theobroma cacao* L. Peru Divers. junio de 2012;

10. Carrión Santos J. Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51, Jama-Manabí [Tesis]. [Quito, Ecuador]: Universidad San Francisco de Quito; 2012.
11. Egas Yerovi JJ. Efecto de la inoculación con *Azotobacter* sp. en el crecimiento de plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao*), genotipo nacional, en la provincia de Esmeraldas. [Quito]: Escuela Politécnica Nacional; 2010.
12. Quiroz Vera JG. Caracterización molecular y morfológica de genotipos superiores con características de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador. [Turrialba]: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza; 2002.
13. Enríquez G. Cacao orgánico: Guía para productores ecuatorianos. Quito; 2010.
14. Boronat Gil R, López Pérez JP. El estudio de la fermentación en el laboratorio de educación secundaria. Rev Eureka sobre Enseñanza y Divulg las Ciencias. enero de 2011;8(1):111-4.
15. Teneda Llerena WF. Mejoramiento del proceso de fermentación del cacao: (*Theobroma cacao* L.) variedad nacional y variedad CCN51. Univ Técnica Ambato. 2016;140.
16. Anvoh K, Zoro Bi A, Gnakri D. Production and characterization of juice from mucilage of cocoa beans and its transformation into marmalade. Pakistan J Nutr. 2009;8(2):129-33.
17. Pérez Pisco M, López Gonzales D. Evaluación del biocontrol de malezas utilizando aguas mieles de cacao en la EEA EL PORVENIR- INIA, 2018. Universidad César Vallejo. [Tarapoto]: Universidad César Vallejo; 2019.
18. Santos Imbago AG. Estudio de prefactibilidad de una planta de producción de un herbicida orgánico a partir del mucílago del cacao. [Quito, Pichincha, Ecuador]: Universidad San Francisco de Quito; 2020.
19. Blanco-Valdes Y. El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. Cultiv Trop. 2016;37(4):34-56.

20. Santillán M. Manual de malezas presentes en cultivos de importancia económica del Ecuador. Agrocalidad. Quito; 2017.
21. Albuja Illescas LM. Evaluación de cinco herbicidas de acción sistémica en el control de malezas de la unidad productiva de durazneros en la granja “La Pradera” Chaltura, Imbabura. [Chaltura]: Universidad Técnica del Norte; 2008.
22. Mendez Navarrete GS. Evaluación de extractos vegetales con potencial para el control de malezas en agricultura orgánica. [Quevedo]: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2019.
23. Chiapusio G, Pellissier F, Gallet C. Uptake and translocation of phytochemical 2-benzoxazolinone (BOA) in radish seeds and seedlings. J Exp Bot. julio de 2004;55(402):1587-92.
24. Braun M, Chimeno P. La siembra directa y el manejo integrado de malezas: Hacia las buenas prácticas. [Buenos Aires]: Universidad Nacional del Sur; 2016.
25. Trillo Mendoza NC. Efecto del mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el control de malezas y la composición del suelo en el fundo Bio Selva - Satipo. [Huancayo]: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2011.
26. Naranjo C. Anuario meteorológico. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 130 p., no. 51-2011. 2019.
27. Noroña C. Determinación de la fitotoxicidad del mucílago de la semilla de cacao CCN-51 sobre las malezas en el cultivo de cacao. [Quito]: Universidad Central del Ecuador; 2018.
28. Moreno S, Morán E, Quijije I. Mucílago de *Theobroma Cacao* L. como base para un bioantimicrobiano mezclado con dos ácidos débiles: alternativas ecológicas. Ecuadorian Sci J. diciembre de 2021;5(4):98-108.
29. Guerrero H. Uso del mucílago de cacao en el manejo del musgo (*Rigodium implexum*) afectando al cultivo de cacao en el cantón Ventanas. [Guayaquil]: Universidad Agraria del Ecuador; 2022.
30. Carrera D. Efecto del extracto del mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) como herbicida orgánico en paja peluda (*Rottboellia cochinchinensis*). [Tumbes]: Universidad Nacional de Tumbes; 2016.

31. Cigüeñas S. Efecto de mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) como herbicida natural en *Desmodium* sp y *Cyperus* L, distrito de Tarapoto. [Tarapoto]: Universidad Nacional de San Martín; 2021.
32. Cabrera MDM. Efecto del extracto del mucilago de caco (*Theobroma cacao* L). como herbicida orgánico en paja peluda (*Rottboellia cochinchinensis*).
33. Zubizarreta L, Díaz PL. Guía de reconocimiento de malezas. 1st ed. Syngenta , editor. Rosario: Evolución Gráfica; 2014

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

## 7.1. Anexos

**Anexo 1** Terreno antes de la investigación.



**Anexo 2** Terreno delimitado para el establecimiento de la investigación.



**Anexo 3** Delimitación del terreno para el establecimiento del trabajo investigativo.



**Anexo 4** Terreno establecido y delimitado.



**Anexo 5** Parcelas donde se establecieron la aplicaciones de mucílago de cacao.



**Anexo 6** Parcelas a los 30 días antes de la aplicación de los tratamientos.



**Anexo 7** Mucílago de cacao fresco, listo para su fermentación.



**Anexo 8** Mucílago de cacao fermentado.



**Anexo 9** Tamizando el mucílago de cacao para verterlo en la bomba de fumigación.



**Anexo 10** Aplicación de los tratamientos en las parcelas en estudio.



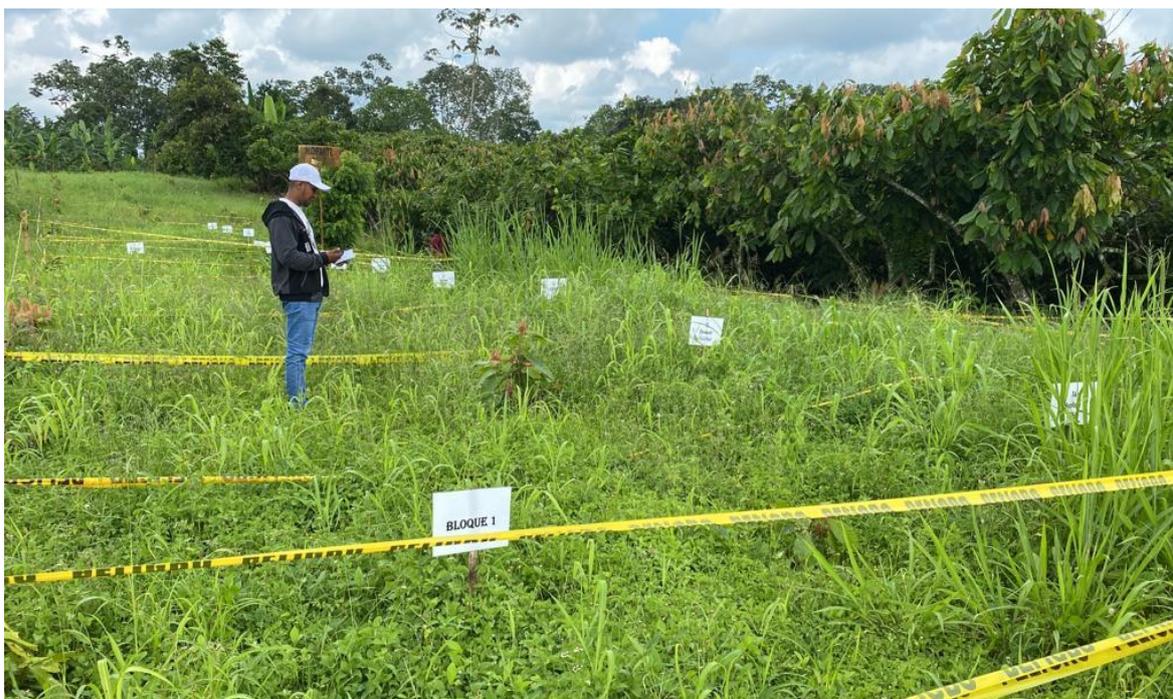
**Anexo 11** Segunda aplicación de los tratamientos en estudio.



**Anexo 12** Toma de datos de altura de la maleza después los tratamientos..



**Anexo 13** Toma de datos en las parcelas en estudio.



**Anexo 14** Toma de datos de biomasa fresca después de la aplicación de los tratamientos.



## Anexo 15 Anova de control visual a los 7, 14 y 21 días

### Análisis de la varianza

#### D. 7

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
D. 7	18	0,98	0,97	9,75

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15594,44	5	3118,89	110,73	<0,0001
Tratamientos	15594,44	5	3118,89	110,73	<0,0001
Error	338,00	12	28,17		
Total	15932,44	17			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=14,55532

Error: 28,1667 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
1	96,67	3	3,06	A
2	73,33	3	3,06	B
3	63,33	3	3,06	B C
4	58,33	3	3,06	C
5	28,33	3	3,06	D
6	6,67	3	3,06	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### D. 14

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
D. 14	18	0,98	0,98	7,17

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14396,67	5	2879,33	150,66	<0,0001
Tratamientos	14396,67	5	2879,33	150,66	<0,0001
Error	229,33	12	19,11		
Total	14626,00	17			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,98939

Error: 19,1111 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
1	97,67	3	2,52	A
2	80,00	3	2,52	B
3	71,67	3	2,52	B C
4	66,67	3	2,52	C
5	38,33	3	2,52	D
6	11,67	3	2,52	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## D. 21

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
D. 21	18	0,99	0,98	6,02

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15777,78	5	3155,56	174,77	<0,0001
Tratamientos	15777,78	5	3155,56	174,77	<0,0001
Error	216,67	12	18,06		
Total	15994,44	17			

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,65359

Error: 18,0556 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
1	100,00	3	2,45	A
2	95,00	3	2,45	A B
4	86,67	3	2,45	B C
3	78,33	3	2,45	C
5	46,67	3	2,45	D
6	16,67	3	2,45	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Anexo 16 Anova de la biomasa

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
P. Gramo	18	0,69	0,56	73,95

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2537,60	5	507,52	5,37	0,0080
Tratamiento	2537,60	5	507,52	5,37	0,0080
Error	1133,45	12	94,45		
Total	3671,06	17			

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=26,65418

Error: 94,4544 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
6	37,04	3	5,61	A
5	17,28	3	5,61	A B
4	10,77	3	5,61	A B
3	9,08	3	5,61	B
2	3,38	3	5,61	B
1	1,30	3	5,61	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 17** Anova de altura de maleza de especie antes de la primera aplicación y después de la segunda aplicación.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HOJA ANCHA	18	0,78	0,62	8,55

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	7	2,0E-03	5,04	0,0112
TRATAMIENTOS	0,01	5	2,7E-03	6,70	0,0055
BLOQUES	7,0E-04	2	3,5E-04	0,87	0,4492
Error	4,0E-03	10	4,0E-04		
Total	0,02	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05695

Error: 0,0004 gl: 10

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T1	0,28	3	0,01	A
T5	0,26	3	0,01	A B
T2	0,24	3	0,01	A B C
T3	0,23	3	0,01	A B C
T6	0,22	3	0,01	B C
T4	0,19	3	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HOJA ANCHA	18	0,99	0,99	1,86

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,08	7	0,01	257,47	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,08	5	0,02	337,59	<0,0001
BLOQUES	0,01	2	2,6E-03	57,20	<0,0001
Error	4,6E-04	10	4,6E-05		
Total	0,08	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01914

Error: 0,0000 gl: 10

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3	0,46	3	3,9E-03	A
T5	0,42	3	3,9E-03	B
T6	0,39	3	3,9E-03	C
T4	0,33	3	3,9E-03	D
T2	0,30	3	3,9E-03	E
T1	0,27	3	3,9E-03	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HOJA ANCHA	18	0,89	0,82	6,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	7	5,0E-03	12,10	0,0004
TRATAMIENTOS	0,03	5	0,01	16,90	0,0001
BLOQUES	7,8E-05	2	3,9E-05	0,09	0,9108
Error	4,1E-03	10	4,1E-04		
Total	0,04	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05758

Error: 0,0004 gl: 10

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	0,40	3	0,01 A
T2	0,39	3	0,01 A
T4	0,33	3	0,01 B
T6	0,33	3	0,01 B
T3	0,29	3	0,01 B
T5	0,28	3	0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HOJA ANGOSTA	18	0,99	0,98	7,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,47	7	0,07	98,33	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,47	5	0,09	137,39	<0,0001
BLOQUES	9,3E-04	2	4,7E-04	0,69	0,5257
Error	0,01	10	6,8E-04		
Total	0,47	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07395

Error: 0,0007 gl: 10

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T4	0,63	3	0,02 A
T3	0,43	3	0,02 B
T2	0,40	3	0,02 B
T6	0,26	3	0,02 C
T5	0,24	3	0,02 C
T1	0,13	3	0,02 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HOJA ANGOSTA	18	0,98	0,97	7,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,22	7	0,03	68,57	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,22	5	0,04	95,00	<0,0001
BLOQUES	2,3E-03	2	1,2E-03	2,50	0,1317
Error	4,6E-03	10	4,6E-04		
Total	0,23	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06097

Error: 0,0005 gl: 10

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T2	0,49	3	0,01 A
T1	0,33	3	0,01 B
T5	0,32	3	0,01 B C
T4	0,27	3	0,01 C
T3	0,17	3	0,01 D
T6	0,16	3	0,01 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HOJA ANGOSTA	18	0,97	0,96	9,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,23	7	0,03	55,11	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,23	5	0,05	77,06	<0,0001
BLOQUES	3,0E-04	2	1,5E-04	0,25	0,7846
Error	0,01	10	6,0E-04		
Total	0,24	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06966

Error: 0,0006 gl: 10

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T4	0,48	3	0,01	A
T2	0,29	3	0,01	B
T5	0,24	3	0,01	B
T1	0,24	3	0,01	B
T3	0,23	3	0,01	B
T6	0,10	3	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HOJA ANCHA	18	0,99	0,99	6,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,99	7	0,14	194,63	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,99	5	0,20	272,03	<0,0001
BLOQUES	1,6E-03	2	8,2E-04	1,12	0,3644
Error	0,01	10	7,3E-04		
Total	1,00	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07662

Error: 0,0007 gl: 10

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T4	0,78	3	0,02	A
T6	0,61	3	0,02	B
T5	0,45	3	0,02	C
T3	0,38	3	0,02	C D
T2	0,32	3	0,02	D
T1	0,03	3	0,02	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HOJA ANCHA	18	1,00	0,99	6,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,31	7	0,19	287,21	<0,0001
TRATAMIENTOS	1,31	5	0,26	401,49	<0,0001
BLOQUES	1,9E-03	2	9,7E-04	1,49	0,2713
Error	0,01	10	6,5E-04		
Total	1,32	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07243

Error: 0,0007 gl: 10

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T6	0,93	3	0,01	A
T3	0,50	3	0,01	B
T5	0,41	3	0,01	C
T4	0,35	3	0,01	C D
T2	0,30	3	0,01	D
T1	0,03	3	0,01	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HOJA ANCHA 18	0,99	0,99	5,57	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,30	7	0,19	171,65	<0,0001
TRATAMIENTOS	1,30	5	0,26	240,23	<0,0001
BLOQUES	4,1E-04	2	2,1E-04	0,19	0,8295
Error	0,01	10	1,1E-03		
Total	1,31	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09315

Error: 0,0011 gl: 10

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T5	0,85	3	0,02	A
T6	0,77	3	0,02	A B
T3	0,71	3	0,02	B C
T4	0,64	3	0,02	C
T2	0,54	3	0,02	D
T1	0,03	3	0,02	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HOJA ANGOSTA 18	1,00	1,00	4,33	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,85	7	0,98	5006,11	<0,0001
TRATAMIENTOS	6,85	5	1,37	7005,64	<0,0001
BLOQUES	2,8E-03	2	1,4E-03	7,27	0,0112
Error	2,0E-03	10	2,0E-04		
Total	6,85	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03966

Error: 0,0002 gl: 10

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3	1,70	3	0,01	A
T6	0,12	3	0,01	B
T1	0,03	3	0,01	C
T4	0,03	3	0,01	C
T5	0,03	3	0,01	C
T2	0,03	3	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HOJA ANGOSTA 18	1,00	0,99	9,84	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,30	7	0,19	449,12	<0,0001
TRATAMIENTOS	1,30	5	0,26	628,32	<0,0001
BLOQUES	9,3E-04	2	4,7E-04	1,13	0,3613
Error	4,1E-03	10	4,1E-04		
Total	1,30	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05766

Error: 0,0004 gl: 10

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T6	0,72	3	0,01	A
T5	0,40	3	0,01	B
T3	0,03	3	0,01	C
T1	0,03	3	0,01	C
T2	0,03	3	0,01	C
T4	0,03	3	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HOJA ANGOSTA	18	0,99	0,98	12,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,49	7	0,07	134,90	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,49	5	0,10	188,61	<0,0001
BLOQUES	6,3E-04	2	3,2E-04	0,61	0,5649
Error	0,01	10	5,2E-04		
Total	0,50	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06488

Error: 0,0005 gl: 10

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T5	0,43	3	0,01	A
T3	0,32	3	0,01	B
T6	0,30	3	0,01	B
T4	0,03	3	0,01	C
T1	0,03	3	0,01	C
T2	0,03	3	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )