



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD**

**CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA**

**Impacto del mucílago de cacao más ácido acético en el control de musgos  
(rigodium implexum) sobre cultivos de cacao orgánico.**

**GAVILANES HEREDIA XIMENA ALEXANDRA  
INGENIERA QUIMICA**

**BENAVIDES ROGEL OMAR ALEXANDER  
INGENIERO QUIMICO**

**MACHALA  
2022**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD**

**CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA**

**Impacto del mucílago de cacao más ácido acético en el control de musgos (*rigodium implexum*) sobre cultivos de cacao orgánico.**

**GAVILANES HEREDIA XIMENA ALEXANDRA  
INGENIERA QUIMICA**

**BENAVIDES ROGEL OMAR ALEXANDER  
INGENIERO QUIMICO**

**MACHALA  
2022**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD**

**CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA**

**TRABAJOS EXPERIMENTALES**

**Impacto del mucílago de cacao más ácido acético en el control de musgos (*rigodium implexum*) sobre cultivos de cacao orgánico.**

**GAVILANES HEREDIA XIMENA ALEXANDRA  
INGENIERA QUIMICA**

**BENAVIDES ROGEL OMAR ALEXANDER  
INGENIERO QUIMICO**

**PESANTEZ FREDIS FRANCO**

**MACHALA  
2022**

# IMPACTO DEL MUCÍLAGO DE CACAO MÁS ÁCIDO ACÉTICO EN EL CONTROL DE MUSGOS (RIGODIUM IMPLEXUM) SOBRE CULTIVOS DE CACAO ORGÁNICO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %

INDICE DE SIMILITUD

6 %

FUENTES DE INTERNET

1 %

PUBLICACIONES

3 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://www.593dp.com">www.593dp.com</a> Fuente de Internet	1 %
2	<a href="http://dspace.ups.edu.ec">dspace.ups.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
3	<a href="http://repositorio.utmachala.edu.ec">repositorio.utmachala.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
4	<a href="http://repositorio.esumer.edu.co">repositorio.esumer.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
5	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
6	<a href="http://tangara.uis.edu.co">tangara.uis.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
7	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec:8080">repositorio.espe.edu.ec:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
8	Submitted to International Baccalaureate Ministry of Education of Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, BENAVIDES ROGEL OMAR ALEXANDER y GAVILANES HEREDIA XIMENA ALEXANDRA, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Impacto del mucílago de cacao más ácido acético en el control de musgos (*rigodium implexum*) sobre cultivos de cacao orgánico., otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



---

BENAVIDES ROGEL OMAR ALEXANDER

0706193851



---

GAVILANES HEREDIA XIMENA ALEXANDRA

0707246609

## **DEDICATORIA**

Primeramente, quiero dedicar este trabajo de titulación Dios por tenerme con salud en mi proceso universitario y brindarme las fuerzas suficientes para culminar este proceso académico de la mejor manera, a mis padres Juan y Blanca que son mi inspiración cada día en mi vida que siempre han estado dispuestos ayudarme en todo lo que sea necesario y a mis hermanos por el apoyo incondicional durante mi carrera universitaria desde el primer día de clases.

**Omar Alexander Benavides Rogel**

Dedico este trabajo de Tesis a mis padres Luis y Ana por ser mi apoyo incondicional, ser mi orgullo, inspiración y mi motor para cumplir todos los objetivos y metas, a mi abuelita María quien con sus palabras de ánimo me fortalecía para seguir mis estudios, a mis hermanos por creer siempre en mí, a mi esposo John por ser mi apoyo constante, ayudarme y acompañarme durante todo este proceso académico y motivarme a ser mejor día a día.

**Ximena Alexandra Gavilanes Heredia**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por siempre estar presente en los días más difíciles que me ha tocado pasar en el transcurso de mi carrera y permitirme superarme cada día como estudiante, a mi madre Blanca por ser mi inspiración en mis estudios y estar siempre pendiente de mí, todos los días dándome siempre sus buenos consejos, a mi padre Juan por motivarme cada día en mis estudios deseando lo mejor, a mi enamorada por darme siempre ánimos y fuerzas para cumplir todos mis propósitos en mi carrera universitaria, a mis hermanos por ayudarme económicamente en mis estudios, a mis amigos y familiares por la motivación y sus buenos consejos y en especial darle mucho mi agradecimiento a mi tutor de tesis el Dr. Qco. Ind. Fredis Franco Pesantez MSc., por su paciencia y comprensión durante este proceso académico, también por estar siempre predispuesto a orientarnos y aclararnos dudas en el trabajo de titulación.

**Omar Alexander Benavides Rogel**

Quiero agradecer primeramente a Dios por darme salud y vida. Agradezco a mis padres que con sus esfuerzos siempre me han apoyado para cumplir mis sueños, a mi madre Ana Victoria por siempre haber confiado y estar pendiente de mí, por ser la mejor mamá, a mi papá Luis que con su esfuerzo logró ayudarme en mis estudios, a mis hermanos que con sus consejos me motivaron a seguir mi carrera, a mi esposo John por apoyarme incondicionalmente darme la fortaleza para concluir este trabajo y etapa de mi vida universitaria, a mis demás familiares, a mis amigos que me han apoyado siempre. Agradezco al Dr. Fredis Pesantez, por ser una guía constante durante el desarrollo de este trabajo de titulación.

**Ximena Alexandra Gavilanes Heredia**

## RESUMEN

El uso de herbicidas orgánicos permite al agricultor evitar riesgos de contaminación en suelos, agua, y aire, además de la reutilización de una materia prima no aprovechada. Es por ello que, este tipo de investigación identifica nuevas alternativas para eliminar los musgos que se encuentran adheridos a tallos y ramas de cultivos de cacao orgánico.

El propósito principal de la investigación se propone aprovechar la baba de cacao orgánico que llevado a un proceso de fermentación va actuar como dispersante para controlar el musgo (*Rigodium implexum*), con el uso de esta disolución orgánica se efectuará una mejora en el uso de herbicidas no sintéticos.

Para este proyecto, la zona de estudio considerada tiene una aproximación territorial de 200 hectáreas de cultivos de cacao, se encuentra ubicada en el sector La Adelina, cantón Balao, provincia del Guayas; además se obtuvo las muestras de mucílago de cacao para obtener las disoluciones orgánicas y posterior ser aplicadas dentro del área de estudio.

La parte experimental del proyecto consistió en 5 tratamientos con 3 repeticiones cada tratamiento con las siguientes concentraciones en porcentajes de mucílago de cacao, ácido acético, agua destilada T1(15:10:75), T2(40:10:50), T3(65:10:25), T4(90:10:0), T5(100:0:0), considerando la identificación de las plantas con más musgos, este proceso se experimentó en 15 plantas de cacao orgánico en ramas identificadas por un área determinada para obtener el porcentaje de musgo eliminado por el área del musgo ocupado.

En cuanto, a los resultados obtenidos de la parte experimental, se procedió a realizar un análisis ANOVA que permitió identificar el mejor tratamiento dando como efectivo al tratamiento 4 aceptando la hipótesis alternativa, sin embargo debido a su alta concentración de mucílago del herbicida orgánico no se lo considera óptimo para inhibir el musgo (*Rigodium implexum*) porque mata a las flores del cacao tornándose en desventaja la baja producción de cacao, lo que se concluyó que el tratamiento 3 es el tratamiento óptimo para el control del musgo, permitiendo mitigar el uso de este residuo orgánico que se encuentra al alcance de los agricultores.



**Palabras claves:** contaminación, mucílago de cacao, fermentación, concentraciones, herbicida orgánico

## ABSTRACT

The use of organic herbicides allows the farmer to avoid contamination risks in soil, water and air, in addition to the reuse of a raw material that is not used. Therefore, this type of research identifies new alternatives to eliminate mosses that are attached to stems and branches of organic cocoa crops.

The main purpose of the research is to take advantage of the organic cocoa slime that taken to a fermentation process will act as a dispersant to control the moss (*Rigodium implexum*), with the use of this organic solution will be an improvement in the use of non-synthetic herbicides.

For this project, the study area considered has a territorial approximation of 200 hectares of cocoa crops, is located in the sector of La Adelina, canton Balao, province of Guayas; in addition, samples of cocoa mucilage were obtained to obtain the organic solutions and then be applied within the study area.

The experimental part of the project consisted of 5 treatments with 3 replicates each treatment with the following concentrations in percentages of cocoa mucilage, acetic acid, distilled water T1 (15:10:75), T2 (40:10:50), T3 (65:10:25), T4 (90:10:0), T5 (100:0:0), considering the identification of the organic solution and the application of the organic solution: 0:0), considering the identification of plants with more mosses, this process was experimented on 15 organic cocoa plants on branches identified by a given area to obtain the percentage of moss removed by the area of moss occupied.

As for the results obtained from the experimental part, we proceeded to perform an ANOVA analysis that allowed us to identify the best treatment, giving as effective treatment 4, accepting the alternative hypothesis, However, due to its high concentration of mucilage of the organic herbicide, it is not considered optimal to inhibit the moss (*Rigodium implexum*) because it kills the cocoa flowers, which turns into a disadvantage the low production of cocoa, so it was concluded that treatment 3 is the optimal treatment for the control of moss, allowing to mitigate the use of this organic residue that is available to farmers.

**Key words:** contamination, cocoa mucilage, fermentation, concentrations, organic herbicide.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
RESUMEN .....	V
ABSTRACT .....	VII
INTRODUCCIÓN .....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
JUSTIFICACIÓN .....	3
OBJETIVOS .....	4
Objetivo General: .....	4
Objetivos Específicos: .....	4
1. MARCO TEÓRICO .....	5
1.1. Cacao orgánico ( <i>Theobroma cacao</i> L.) .....	5
1.1.1. Generalidades .....	5
1.1.2. Taxonomía .....	5
1.1.3. Composición química .....	6
1.1.4. Propiedades físicas y químicas .....	7
1.1.5. Derivados del cacao orgánico e importancia Industrial .....	8
1.2. Mucílago de cacao orgánico ( <i>Theobroma cacao</i> L.) .....	9
1.2.1. Enfoque del mucílago de cacao orgánico .....	9
1.2.2. Composición química .....	9
1.2.3. Propiedades físicas y químicas .....	10
1.2.4. Métodos de obtención .....	10
1.2.5. Extracción del mucílago de cacao .....	10
1.2.6. Importancia como herbicida en el sector cacaotero .....	11
1.3. Vinagre .....	11
1.3.1. Generalidades .....	11
1.3.2. Fermentación alcohólica .....	13
1.3.3. Fermentación acética .....	13
1.3.4. Composición química .....	13
1.3.5. Propiedades físicas y químicas .....	14

1.3.6.	Especies de bacterias ácido acéticas en diferentes tipos vinagres .....	15
1.3.7.	Ácidos orgánicos en diferentes tipos de vinagres.....	15
1.3.8.	Métodos de obtención .....	16
1.3.8.1.	Método de Orleans.....	16
1.3.8.2.	Método Schuetzenbach .....	16
1.3.8.3.	Métodos modernos .....	17
1.3.9.	Importancia como herbicida .....	17
1.4.	Musgos ( <i>Rigodium implexum</i> ).....	17
1.4.1.	Generalidades.....	17
1.5.	Disoluciones orgánicas.....	18
1.5.1.	Generalidades.....	18
1.5.2.	Ventajas y desventajas.....	19
1.5.2.1.	Ventajas.....	19
1.5.2.2.	Desventajas.....	19
2.	METODOLOGÍA.....	20
2.1.	Tipo de investigación .....	20
2.2.	Población de estudio y muestra .....	20
2.3.	Localización de investigación .....	21
2.4.	Materiales de Laboratorio.....	21
2.4.1.	Materiales.....	21
2.4.2.	Reactivos .....	21
2.4.3.	Equipos .....	21
2.5.	Caracterización del exudado cacao .....	22
2.5.1.	Determinación de pH.....	22
2.5.2.	Determinación de Acidez Total.....	22
2.5.3.	Nitrógeno total.....	22
2.5.4.	Fósforo total .....	23
2.5.5.	Potasio Total .....	23
2.6.	Obtención del mucílago de cacao .....	23
2.6.1.	Proceso de obtención de herbicida orgánico.....	24
2.6.2.	Descripción de proceso .....	25
2.6.3.	Balances de materia .....	26
2.6.3.1.	Balace de materia 1 .....	26

2.6.3.2. Balance de materia 2 .....	27
2.7. Dosificaciones del herbicida orgánico .....	27
2.7.1. Fórmula de % acidez titulable .....	28
2.8. Diseño Experimental.....	29
2.8.1. Tratamientos .....	29
2.9. Variables e hipótesis.....	30
2.9.1. Variables Dependientes:.....	30
2.9.2. Variables Independientes: .....	30
2.9.3. Hipótesis Nula.....	30
2.9.4. Hipótesis Alternativa .....	30
3. RESULTADOS.....	31
3.1. Determinación de acidez y Ph.....	31
3.2. Diagrama de cajas del musgo eliminado .....	32
3.3. Anova de un solo factor estadístico .....	34
3.4. Análisis Descriptivo de la variable Mortalidad del Musgo.....	35
3.5. Comparaciones múltiples de los tratamientos con la Prueba Tukey.....	36
4. CONCLUSIONES.....	39
5. RECOMENDACIONES .....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXOS .....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del Cacao .....	6
Tabla 2. Composición química de la cáscara de cacao .....	6
Tabla 3. Composición química del grano del cacao.....	7
Tabla 4. Propiedades Físico-Químicas del grano de cacao.....	8
Tabla 5. Composición química del mucílago de cacao .....	9
Tabla 6. Requisitos establecidos del vinagre.....	12
Tabla 7. Representación de composición química del vinagre .....	14
Tabla 9. Bacterias ácido acéticas utilizadas en diferentes tipos de vinagre .....	15
Tabla 12. Parámetros de acidez .....	28
Tabla 13. Tratamientos experimentales.....	29
Tabla 14. Determinación de acidez y Ph de los tratamientos aplicados.....	31
Tabla 15. Determinación de nivel de significancia en Anova.....	34
Tabla 16. Análisis Descriptivo de la Mortalidad del Musgo ( <i>Rigodium implexum</i> ).....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción geográfica del sector la Adelina.....	20
Figura 2. Diagrama de proceso para la elaboración de herbicida orgánico.....	24
Figura 4. Balance de materia 2, en mazorcas de cacao. ....	27
Figura 5. Porcentaje de musgo eliminado en plantas seleccionadas de cacao.....	32
Figura 7. Resultado de la aplicación del tratamiento T5.....	33
Figura 8. Representación del tratamiento T3 aplicado sobre el musgo ( <i>Rigodium implexum</i> ).....	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Selección de plantas de cacao con más presencia de musgos.....	45
Anexo 2. Recolección de mazorcas de cacao .....	45
Anexo 3. Selección de mazorcas de cacao .....	46
Anexo 4. Pesado de mazorcas de cacao.....	46
Anexo 5. Desvenado de cacao en recipiente limpio.....	47
Anexo 6. Extracción de mucílago y semillas de cacao.....	47
Anexo 7. Mucílago de cacao líquido .....	48
Anexo 8. Medición de volumen de mucílago de cacao .....	48
Anexo 9. Fermentación de mucílago de cacao.....	49
Anexo 10. Rotulación de materiales de laboratorio .....	49
Anexo 11. Determinación de acidez titulable .....	50
Anexo 12. Determinación de pH en mucílago de cacao.....	50
Anexo 13. Elaboración y rotulado de disoluciones orgánicas .....	51
Anexo 14. Aplicación de disoluciones orgánicas en plantas de cacao .....	51
Anexo 15. Fundas plásticas de cacao para el recubrimiento en el área fumigada.....	52
Anexo 16. Inspección de musgo eliminado.....	52
Anexo 17. Seleccionado de áreas de musgo muerto .....	53
Anexo 18. Cálculo de porcentaje de musgo muerto.....	53
Anexo 19. Resultados de análisis de laboratorio.....	54



## INTRODUCCIÓN

El cacao es una fruta tropical cultivada en varios países con ambientes cálidos y húmedos. A nivel mundial existen tres países que generan la mayor producción mundial de cacao como Costa de Marfil, Ghana e Indonesia teniendo un territorio cultivado entre ambos países de un 61% y obteniendo una producción del 67% a nivel mundial de cacao. El promedio de los países productores en latino América y el Caribe es de 0,39 T. ha<sup>-1</sup> de cacao y a nivel mundial representa una producción de 0,44 T. ha<sup>-1</sup>.

Los principales tipos de cacao producidos y comercializados en Ecuador son el cacao de fino aroma y el cacao CCN51 (Colección Castro Naranjal) con un área cultivada de 454,257 ha. A nivel mundial Ecuador es un importante productor de cacao de fino aroma por brindar más del 60% de su producción al mercado exterior. Actualmente el cacao de fino aroma ecuatoriano es mundialmente reconocido por su aroma, color y calidad, su semilla permite ser empleada en la elaboración de chocolate, cosméticos entre otros productos. A su vez desencadena la generación de subproductos, por cada 100kg de cacao genera entre 17 y 20 kg de subproductos que se acumulan sin ningún tratamiento para ser reutilizados, lo cual provoca la generación de enfermedades que pueden ocasionar daños en los cultivos<sup>1</sup>.

Ecuador es un país agrícola con extensas plantaciones de cacao y otras frutas de alto interés comercial. Los agricultores y autoridades de los diferentes sectores productivos de cacao se sienten preocupados por el mal uso de los productos químicos empleados en las actividades de campo. La excesiva aplicación de herbicidas, fungicidas e insecticidas ha provocado que los suelos agrícolas poco a poco pierdan su fertilidad debido a la acumulación de sustancias tóxicas en el suelo y ocasionando problemas de salud en las personas de este sector productivo<sup>2</sup>.

Existen algunas alternativas amigables con el ambiente para el reemplazo de químicos sintéticos en el sector agrícola. El mucílago de cacao es un subproducto del fruto de cacao que actualmente se lo reutiliza como herbicida natural, estos extractos líquidos contienen una rica fuente de polifenoles, flavonoides y alcaloides con un alto efecto sobre bacterias, hongos y malas hierbas<sup>3</sup>. La deficiencia de conocimientos sobre las propiedades de la baba de cacao, ha provocado que agricultores de estos sectores productivos desaprovechen sus beneficios como un herbicida natural, siendo desechados sin ningún control afectando a los cultivos y al ambiente. En otras investigaciones se estima que cerca de un 72% de mucílago de cacao es desechado como desperdicio debido a la poca innovación en el sector agrícola<sup>4</sup>.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ecuador es uno de los principales productores del cacao (*Theobroma cacao L.*). El cacao orgánico es catalogado como una fruta emblemática y representativa del país, además es uno de los principales productos (cacao en grano y sus derivados) de exportación, lo cual, genera una fuente significativa de recursos económicos proveniente del sector cacaotero.<sup>5</sup>

La productividad del cacao orgánico se encuentra limitada por afectaciones en el cultivo, uno de las más comunes es a causa del musgo (*Rigidium implexum*), agente causal del recubrimiento de la superficie externa sobre las ramas (*Theobroma cacao L.*), cuyo impacto provoca pérdidas en su producción, con efectos socioeconómicos negativos. Los agricultores del recinto “La Adelina” pertenecientes al cantón Balao, provincia del Guayas, se han visto afectados en los cultivos de cacao por la proliferación de musgos en las ramas del cacao y troncos, lo que ocasiona que la planta no emita la cantidad de floración óptima para una mayor fructificación de frutos. Esto ha generado un malestar en los agricultores de la zona reduciendo su producción óptima de cacao y ocasionando pérdidas económicas a varias familias en sus cultivos de cacao.

En el sector la Adelina, los agricultores desconocen del aprovechamiento de los beneficios del mucílago de cacao como herbicida natural, por lo que gran parte de estos residuos del cacao son desechados al ambiente ocasionando una contaminación biológica en el suelo y en los cultivos de cacao. En Ecuador no existe una intervención directa de organismos en este sector que brinde asesorías en el aprovechamiento de los beneficios que puede generar la utilización de mucílago de cacao para la elaboración de nuevos productos con valor agregado, motivo por el cual estos residuos generados en el sector cacaotero son desechados al no ser demandado como una materia prima.

Los productores de esta localidad se ven afectados económicamente en la producción de cacao y en la adquisición de herbicidas sintéticos que son utilizados para eliminar todo tipo de plagas adheridas a la planta de cacao generado a su vez, una contaminación indirectamente al suelo provocando un deterioro de recurso natural en el sector cacaotero. Estos químicos sintéticos utilizados en la agricultura demoran años en desintegrarse del suelo, lo cual provoca que estos suelos agrícolas se tornen infértiles para nuevos sembríos al paso del tiempo. La composición que integran los herbicidas tradicionales son sustancias tóxicas que incluso al ser mal manipulados por las personas pueden contraer graves problemas de salud.

## JUSTIFICACIÓN

Las disoluciones orgánicas ha demostrado eficiencia en reducir la contaminación en el suelo al momento de ser aplicados en tratamientos de musgos en cultivos de cacao, es decir; que no afecta el deterioro del suelo sin ocasionar efectos secundarios sobre el mismo, sino que ayuda disminuir la contaminación generada por herbicidas tradicionales que son utilizados habitualmente en el sector cacaotero, por lo tanto, se busca desarrollar nuevas tendencias con materias primas que son desaprovechados y se encuentran disponibles en nuestro entorno, de esta manera hacer uso de estos residuos orgánicos que se encuentran de forma natural como el mucílago de cacao que luego de la cosecha del fruto esta se vuelve desperdicio sin importancia alguna.

Los herbicidas sintéticos representan un riesgo hacia los cultivos agrícolas alrededor de todo el mundo, por lo que, genera un impacto ambiental negativo hacia la salud humana. El uso de estas sustancias químicas en la agricultura provoca una amenaza constante, debido a que contienen propiedades toxicas, por lo que ocasiona un riesgo permanente para los organismos vivos en el suelo, nutrientes esenciales para las plantas y en los ríos por los efectos de su aplicación.<sup>6</sup>

Por lo tanto, esta investigación se propone aprovechar la baba de cacao como herbicida orgánico junto con el ácido acético que actúa como dispersante para controlar el musgo (*Rigodium implexum*) presentes en las ramas del cacao y darle un valor a este insumo sin uso, en este sentido las disoluciones orgánicas que se emplea son para mejorar la alcalinidad y evitar el estrés ambiental, estos desechos son aplicados como alternativas para minimizar la propagación del musgo sobre plantas de cacao.<sup>7</sup>

Además, la aplicación de estas disoluciones en el sector cacaotero, busca la inmersión de pequeños productores de cacao que a base de disoluciones orgánicas favorezca el control de los musgos a un bajo costo y sin ningún tipo de afección ambiental. A su vez fomenta la elaboración de herbicidas naturales a base de residuos agrícolas que son en su mayoría desaprovechados por los agricultores. El principal propósito de la elaboración de herbicidas orgánicos es reducir la contaminación del recurso suelo de químicos sintéticos utilizados tradicionalmente en la agricultura. La rentabilidad financiera es un aspecto importante en la aplicación de nuevas alternativas para combatir plagas en los cultivos de cacao, por lo que, es más fácil y barato la elaboración de un producto que no contamine el suelo al momento de ser aplicado.

## OBJETIVOS

### Objetivo General:

- Evaluar el efecto del mucílago de cacao (*Theobroma cacao L.*) más ácido acético como herbicida orgánico para el control de musgos (*Rigodium implexum*) en cultivos de cacao del sector la Adelina.

### Objetivos Específicos:

- Evaluar el impacto de las disoluciones orgánicas a base procesos fermentativos en el sector agrícola.
- Determinar el efecto del herbicida orgánico en la inhibición sobre el musgo (*Rigodium implexum*).
- Analizar el tratamiento con mayor rendimiento en la aplicación de las diferentes disoluciones orgánicas en los cultivos de cacao.

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Cacao orgánico (*Theobroma cacao L.*)

#### 1.1.1. Generalidades

El cacao es uno de los cultivos principales en la producción del sector cacaotero ecuatoriano, representa el 70% de la producción mundial, fortaleciendo las economías de países que se encuentran en vía de desarrollo, el Ecuador es un país biodiverso agrícola que se posiciona como el primer productor – exportador del cacao fino y de aroma conocido como cacao nacional.<sup>8</sup>

Según Cardona Velásquez, el cultivo de cacao (*Theobroma Cacao L.*) se caracteriza por ser un árbol de altura aproximada de 4 a 8 metros, en base a otras fuentes indica que cuando se encuentra bajo sombra este puede llegar alrededor de 15 metros de altura, en cuanto a la mazorca se originan entre los troncos y ramas, ordinariamente estas descienden de flores pequeñas, estos frutos se producen a temperaturas estables.<sup>9</sup>

Los cultivos de cacao generalmente comprenden alrededor de 22 especies, y la mayor parte crecen en bosques tropicales, este tipo de especie de cacao (*Theobroma cacao L.*) tiene mayor importancia tanto por su nivel económico y social. En el Ecuador se producen varios tipos de cacao cada uno por sus respectivas características, entre ellas encontramos a este tipo de especie de cacao.<sup>10</sup>

Como lo indica Cabrera Márquez, el cacao orgánico que se produce en el Ecuador específicamente al sur de nuestro país, se caracteriza por su aroma fino y sabor cotizada a nivel mundial, mientras que la variedad clonada CCN 51 se conceptualiza por ser fruto de color rojizo y un tamaño representativo, su emblemática característica se basa al tiempo de desarrollo como su madurez entre otras características físicas-químicas.<sup>11</sup>

#### 1.1.2. Taxonomía

La planta de cacao crece en condiciones variadas, y la producción de cada planta generalmente da entre 15 a 20 frutos, internamente cada mazorca contiene desde 20 a 60 semillas de cacao<sup>12</sup>. Estas tienen diversas filogenias según al género que pertenezcan, en este caso de investigación el de mayor interés está basada a la identificación taxonómica como indica la Tabla 1.

**Tabla 1.** Taxonomía del Cacao

<b>Reino:</b>	<b>Plantae (plantas)</b>
<b>Subreino:</b>	Tracheobionta (plantas vasculares)
<b>División:</b>	Magnoliophyta (plantas con flores, angiospermas)
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
<b>Subclase:</b>	Dilleniidae
<b>Familia:</b>	Malvaceae
<b>Género:</b>	Theobroma
<b>Especie:</b>	T. cacao L.

**Fuente:**<sup>13</sup>

### 1.1.3. *Composición química*

El fruto del cacao tanto su forma y color varía según las condiciones climáticas, la pared de la mazorca es dura y gruesa, y alrededor de las semillas se encuentra una pulpa aromática, en forma general la mazorca o baya se componen por cáscaras (50%), habas o semillas (25%) y placentas mucílago (24%), y además la testa que representa entre 12, 15% del peso en grano deshidratado, conocido como cascarilla tiene alto grado de fibra y proteína, y a su vez el grano rico en grasa, proteína, carbohidratos, polifenoles y menos cantidad de fibra, vitaminas y minerales, como indica la tabla 2 sobre la composición química de las cáscaras de fruto como se identifica porcentaje relación peso a peso de la humedad, proteínas, minerales, grasa, fibra, carbohidratos, contenido de nitrógeno, fosforo, potasio y pectinas.<sup>14</sup>

**Tabla 2.** Composición química de la cáscara de cacao

<b>Componente</b>	<b>% p/p</b>
<b>Humedad</b>	85
<b>Proteína</b>	1,07
<b>Minerales</b>	1,41

<b>Componente</b>	<b>% p/p</b>
<b>Grasa</b>	0,02
<b>Fibra</b>	5,45
<b>Carbohidratos</b>	7,05
<b>N</b>	0,171
<b>P</b>	0,026
<b>K</b>	0,545
<b>Pectinas</b>	0,89

**Fuente:**<sup>14</sup>

A continuación, en la tabla 3 se detalla la composición química del grano de cacao.

**Tabla 3.** Composición química del grano del cacao.

<b>Componente</b>	<b>% p/p</b>
<b>Manteca de cacao</b>	54
<b>Proteína</b>	11,5
<b>Ácidos orgánicos y aromáticos</b>	9,5
<b>Celulosa</b>	9
<b>Ácidos tánicos y color</b>	6
<b>Agua</b>	5
<b>Sales minerales</b>	2,6
<b>Teobromina</b>	1,2
<b>Azúcares</b>	1
<b>Cafeína</b>	0,2

**Fuente:**<sup>14</sup>

#### 1.1.4. *Propiedades físicas y químicas*

En base, a las propiedades físicas químicas de la semilla del cacao se muestra en tabla 4, describiendo el porcentaje de cascarilla, el tamaño del grano, porcentaje de humedad, porcentaje de grasa, el pH, y sabor del grano entre parámetros bajo, normal y alto.

**Tabla 4.** Propiedades Físico-Químicas del grano de cacao.

	<b>Bajo</b>	<b>Normal</b>	<b>Alto</b>
<b>Porcentaje de cascarilla</b>	<11	11 a 12	>12
<b>Tamaño grano (g)</b>	<1.05	1.05 a 1.2	>1.2
<b>Porcentaje de humedad</b>	6 a 6.5	7 a 8	>8
<b>Porcentaje de grasa</b>	<52	52 a 55	>55
<b>pH</b>	<5.0	5.0 a 5.5	>5.5
<b>Sabor</b>	Amargo	Ácido	Normal

**Fuente:**<sup>1</sup>

#### 1.1.5. *Derivados del cacao orgánico e importancia Industrial*

García Vidal et all, afirma que el grano del cacao es clasificado como el segundo producto cultivado en el Ecuador, siendo considerado como una de las importantes producciones agrícolas, tenemos que sus principales productos semielaborados a base de esta semilla son las siguientes: pasta de cacao, manteca, cacao en barra, polvo y licor.<sup>15</sup>

En consecuencia, el cacao forma parte de la etapa trascendental de la industrialización como materia prima para la elaboración del chocolate, incluyendo los productos artesanales antes mencionados y sus principales usos.<sup>16</sup>

- **Pasta de cacao** (usada como materia prima para la producción de chocolates y bebidas alcohólicas)
- **Cacao en barra** (Es usado para el consumo de bebida caliente)
- **Manteca de cacao** (usada para la producción de cosméticos y farmacéuticos)
- **Licor de cacao** (vino, producto altamente relacionado a una bebida alcohólica que conlleva proceso de fermentación natural y/o química.
- **Cacao en polvo** (usado como principal ingrediente para la elaboración de cualquier alimento como bebidas, postres, salsas y galletas.



## 1.2. Mucílago de cacao orgánico (*Theobroma cacao L.*)

### 1.2.1. Enfoque del mucílago de cacao orgánico

La parte externa que rodea a la semilla del cacao, conocida como baba, mucílago que se visualiza como la sustancia líquida viscosa, cuyo líquido es importante en la etapa de fermentado del cacao debido a este factor favorece a su sabor único. Generalmente este producto es considerado como un residuo orgánico no aprovechado en el sector agrícola.<sup>16</sup>

Como indica que de 800 kilos de semillas recién cosechadas se obtiene alrededor de 40 litros de pulpa, este residuo orgánico siendo útil en la producción de bebidas alcohólicas y otras aplicaciones tanto por sus características organolépticas y químicas, muestra deficiencia en el desarrollo técnico para aprovechar este desperdicio que representa 70 litros por toneladas de producto mucilaginoso.<sup>17</sup>

### 1.2.2. Composición química

En la siguiente tabla 5 muestra los componentes químicos principales de la baba de cacao.

**Tabla 5.** Composición química del mucílago de cacao

<b>Componente</b>	<b>% p/p (base Humedad)</b>
<b>Agua</b>	79,2 - 84,2
<b>Proteína</b>	0,09 - 0,11
<b>Azúcares</b>	12,50 - 15,9
<b>Glucosa</b>	11,6 - 15,32
<b>Pectinas</b>	0,9 - 1,19
<b>Ácido cítrico</b>	0,77 - 1,52
<b>Cenizas</b>	0,40 - 0,50

**Fuente:**<sup>14</sup>

### 1.2.3. *Propiedades físicas y químicas*

Generalmente la baba de cacao es un líquido transparente cuya savia es rica en glúcidos de 10 a 13%, pentosas de 2 a 3%, 1 – 2% de ácido cítrico y sales de 8 – 10%. Forma parte predecible en la síntesis de etanol y vinagre en la fermentación de las almendras por su gran aporte de azúcar.<sup>18</sup>

### 1.2.4. *Métodos de obtención*

Ortiz Valbuena et all., indican que, cuando la mazorca de cacao se cosecha, la pulpa pasa a un proceso de fermentación que generalmente se da entre 10 a 13 días, cuyo objetivo es desvenar las semillas de cacao de la pulpa mucilaginosa que los protege, este proceso favorece a que el sabor amargo sea menor y también su astringencia en el grano de cacao, otorgando sus características organolépticas. Por lo tanto, a continuación, se describe su proceso de obtención en cuanto al método de extracción del mucílago usado.<sup>14</sup>

### 1.2.5. *Extracción del mucílago de cacao*

El método en cajas es el más usado cuando se cuenta con un gran volumen de cacao, esta consiste colocar las semillas del cacao frescas recién cosechadas en maderas, luego cubrirlas con hojas de plátanos para alcanzar una temperatura que se lleve la fermentación, las cajas que se usen para este proceso deben contar con orificios para permitir la recolección del drenado.<sup>19</sup>

En base a otra fuente, Villa Osorio nos indica que el método para extraer el mucilago de cacao se lo ejecuta con los siguientes procedimientos.<sup>18</sup>

Los procedimientos adecuados se detallan a continuación:

- Se recepta la materia prima que se selecciona del área de estudio.
- Se escogen las mazorcas en estado sanas y maduración optima.
- Se procede a lavar las mazorcas seleccionadas.
- Se corta por la mitad a las frutas para obtener el producto de interés.
- Se realiza el proceso de desvenado de la mazorca.
- Se escoge las pepas con mucilago de cacao.
- Con una mezcladora se ablande el mucilago obtenido.
- Se lleva a fluidizar las pepas de cacao para obtener el mucilago.

- Se lleva el mucilago de cacao obtenido a un proceso de pasteurización para colocarlo en un envase adecuado.
- Se procede al proceso de fermentación.
- Luego se acumula y se almacena este producto.

#### 1.2.6. *Importancia como herbicida en el sector cacaotero*

En la actualidad, las tendencias del uso de residuos orgánicos ha mostrado gran interés, y un claro ejemplo es el mucílago de cacao, no solo como precursor de otros derivados del cacao, sino como parte del tratamiento de musgos y malezas, en varias bibliografías anexadas a esta investigación se muestra el interés del mucílago de cacao para efecto de emulsionante orgánico, clara importancia se enfoca como biofertilizante, este abono líquido no solo contribuye al equilibrio ambiental, sino que ser de origen orgánico tiene los nutrientes tanto macro y micro necesarios para los cultivos sin una afección al suelo con gran alcance al productor.<sup>20</sup>

El mucílago de cacao tratado como abono líquido y fertilizante ha mostrado eficiencia según como nos indica en varios estudios, la parte blanca (pulpa) que recubre los granos de cacao, tiene la capacidad de descomponerse en sustancias líquidas y puede usarse como herbicida. El mucílago de cacao es una parte rica en azúcar y la levadura lo utiliza para provocar un proceso de fermentación alcohólica en la pulpa, lo convierte en alcohol y luego se oxida, donde intervienen bacterias del ácido acético para obtener ácido acético como producto final o exudado.<sup>21</sup>

Por lo tanto, la baba de cacao permite el control de los musgos existentes como el uso de un herbicida adecuado con propósito refuerza a los agricultores con la aplicación de este desecho como el mucílago del fruto del cacao sobre la maleza conocida como paja peluda, como resultados positivos se dio a partir de 45 días en la que el mucílago de cacao actuó como inhibidor del crecimiento de la paja peluda y dando como información el crecimiento de flores y hojas.<sup>22</sup>

### **1.3. Vinagre**

#### 1.3.1. *Generalidades*

El vinagre es una sustancia química orgánica obtenida a través de procesos biológicos de materias primas agrícolas con alto contenido de azúcares que pasan por dos etapas: fermentación alcohólica y acética.

Es un líquido acuoso con una concentración acética que oscila entre el 4-8% en masa, el contenido de vinagre depende mucho de la materia prima seleccionada para su producción, mientras más contenido de azúcares contengan los productos agrícolas para la producción de etanol mayor será la cantidad de vinagre obtenido. La concentración de ácido acético permitida en el vinagre como norma de calidad es alrededor del 4% en masa como límite mínimo de concentración para el consumo humano. El vinagre con altas concentraciones de ácido acético en su composición química del 10% o más, puede ser más corrosivo provocando quemaduras en la piel, daños en los ojos e irritaciones. Además, contiene otras sustancias químicas en menor proporción como ácidos orgánicos, alcoholes y azúcares sin oxidar.<sup>23</sup>

La palabra vinagre (*vinaire*) se deriva del idioma francés, lo cual, representa a un vino amargo. El proceso de obtención antiguamente era una fermentación en vinos de uvas y otros tipos de bebidas. El vinagre tiene bastantes usos como: condimento en la cocina, el cual, ayuda a dar más sabor y aroma a los alimentos, es un producto utilizado como ablandador de carnes y conservador de alimentos por su alto efecto bactericida sobre microorganismos patógenos.<sup>24</sup>

Los requisitos considerados en la norma INEN 2296 del vinagre para una calidad óptima son las mostradas en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Requisitos establecidos del vinagre

<b>Requisitos</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Método de ensayo</b>
<b>Acidez total, (como ácido acético), %</b>	4	6	AOAC 930.35
<b>Acidez fija, (como ácido acético), %</b>	--	0,3	AOAC 930.35
<b>Acidez volátil, (como ácido acético), %</b>	3,7	--	AOAC 930.35
<b>Alcohol etílico a 20°C, %</b>	--	1,0	AOAC 930.35
<b>pH a 20°C</b>	2,3	2,8	AOAC 981.12
<b>Número de oxidación con permanganato</b>	3	--	AOAC 944.10
<b>Cenizas totales, en vinagres diferentes a los de alcohol, g/l</b>	1	5	AOAC 930.35 (D)
<b>Extracto seco, g/l</b>	1,2		AOAC 930.35 (C)

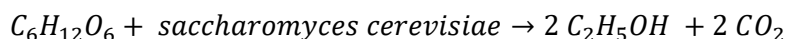
Requisitos	Min.	Max.	Método de ensayo
Metanol, g/l % expresado como fracción de masa		0,5	AOAC 958.04

**Fuente:** Norma INEN 2296

### 1.3.2. Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica es un proceso microbiológico de levaduras del género *Saccharomyces* más abundante y antiguo de fermentación de alto grado en la producción de soluciones diluidas alcohólicas. Estos microorganismos consumen los azúcares presentes en las frutas y otro tipo de productos agrícolas utilizando las fuentes de carbono como alimento en medios anaeróbicos para ser metabolizados por levaduras y formar subproductos como etanol y dióxido de carbono. Los antiguos egipcios y romanos en siglos pasados utilizaban procesos de fermentación para la elaboración de vino, cerveza y pan.<sup>25</sup>

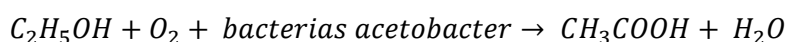
#### Reacción química de la fermentación alcohólica:



### 1.3.3. Fermentación acética

Es el producto obtenido de la fermentación acética del vino en presencia de oxígeno por medio de la intervención de bacterias aeróbicas del género *Acetobacter*, por lo que, utilizan como fuente de alimento el etanol contenido en vinos para originar una solución acuosa denominada ácido acético o vinagre.<sup>26</sup>

#### Reacción química de la fermentación acética



### 1.3.4. Composición química

La composición de la solución acuosa del vinagre está comprendida en un contenido presente de concentración de ácido acético y otras sustancias químicas en menor proporción, a continuación, en la tabla 7 se representa la composición química de forma general del vinagre.

**Tabla 7.** Representación de composición química del vinagre

<b>Composición química</b>		
<b>Compuestos</b>	<b>Gramos (g)</b>	<b>Moles (mol)</b>
<b>Etanol</b>	7,9901	0,1734
<b>O2 (consumido)</b>	7,5947	0,2373
<b>Fuente de N</b>	0,045	0,0026
<b>Biomasa</b>	0,2986	0,0132
<b>CO2</b>	2,812	0,0639
<b>CH3COOH</b>	8,1	0,1348
<b>H2O</b>	4,4184	0,2452

Fuente:<sup>27</sup>1.3.5. *Propiedades físicas y químicas*

Ante las características físicas – químicas del vinagre se tiene la acidez total, fija y volátil y el pH representado en la tabla 8.

**Tabla 8.** Características físicas y químicas del vinagre

<b>Características físico – químicas</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Resultados</b>
<b>Grado Alcohólico a 20 °C, (°GL)</b>	0
<b>Acidez Total (ácido acético) (g/L)</b>	18,8
<b>pH a 20°C</b>	2,5
<b>Acidez fija, (como ácido acético), % m/v</b>	1,8451
<b>Muestra</b>	<b>Resultados</b>
<b>Acidez volátil, (como ácido acético), % m/v</b>	0,0249

Fuente:<sup>27</sup>

### 1.3.6. Especies de bacterias ácido acéticas en diferentes tipos vinagres

En la tabla 9, indica las bacterias ácido acéticas usadas respecto a los tipos de vinagres existentes, mientras que en la tabla 10 indica los tipos de ácidos orgánicos existentes en los varios tipos de vinagre.

**Tabla 9.** Bacterias ácido acéticas utilizadas en diferentes tipos de vinagre

<b>Especies</b>	<b>Tipo de vinagre</b>
<b>Acetobacter acetic</b>	Sidra
<b>Acetobacter intermedius</b>	Sidra
<b>Acetobacter pasteurianus</b>	Sidra, vino rojo, balsámico tradicional y arroz
<b>Acetobacter promorum</b>	Industrial
<b>Acetobacter obediens</b>	Industrial
<b>Gluconacetobacter entanii</b>	Industrial
<b>Gluconacetobacter europaeus</b>	Vino blanco, vino rojo y Sidra
<b>Gluconacetobacter hansenii</b>	Sidra y balsámico tradicional
<b>Gluconobacter oxydans</b>	Vino
<b>Gluconacetobacter xylinus</b>	Sidra, vino blanco y tradicional balsámico

**Fuente:**<sup>28</sup>

### 1.3.7. Ácidos orgánicos en diferentes tipos de vinagres

**Tabla 10.** Tipos de ácidos orgánicos contenidos en vinagres

<b>Vinagres</b>	<b>Ácidos orgánicos</b>
<b>Vinagre de alcohol</b>	Ácido acético
<b>Vinagre sidra</b>	Ácido acético, cítrico, fórmico, láctico, málico, succínico.
<b>Vinagre malta</b>	Ácido acético, cítrico, láctico y succínico.
<b>Vinagre Ciruela</b>	Ácido acético, tartárico y láctico.

<b>Vinagres</b>	<b>Ácidos orgánicos</b>
<b>Vinagre jerez</b>	Ácido acético, tartárico, láctico, málico y cítrico.
<b>Vinagre tomate</b>	Ácido acético, cítrico, fórmico, láctico, málico y succínico.
<b>Vinagre balsámico tradicional</b>	Ácido, málico, tartárico, cítrico y succínico
<b>Vinagre de vino</b>	Ácido acético, cítrico, fórmico, láctico, málico, succínico y tartárico.

**Fuente:**<sup>28</sup>

### 1.3.8. *Métodos de obtención*

#### 1.3.8.1. *Método de Orleans*

Es un método de acidificación lenta más antiguo y tradicional usado en la elaboración de vinagres de frutas con una buena productividad y con bajo costo económico. El proceso consta en la oxidación del vino en recipientes llenados por la mitad de su volumen total con presencia de aire y la intervención de bacterias ácido acéticas. Las bacterias utilizadas dentro de este proceso de fermentación acética son bacilos, gran-negativos, aerobios estrictos que consumen el alcohol contenido en el vino para producir ácido acético en presencia de oxígeno.<sup>29</sup>

#### 1.3.8.2. *Método Schuetzenbach*

Es conocido como un método de fermentación acética rápida, para lo cual, se utiliza una serie de barriles que se encuentran apilados en niveles con doble fondo perforado en cada barril. Se realiza un llenado con virutas de madera para que se puedan alojar las bacterias en proceso de acetificación.

La parte inferior perforada permite el paso de aire para que circule en toda la viruta, a su vez en la parte superior se va adicionando la sustancia alcohólica, en donde se dispersa en las virutas hasta lograr precipitarse en la parte de al fondo, en la cual, por medio de las perforaciones desciende hacia el barril siguiente. La concentración de ácido acético para cada nivel aumenta porcentualmente entre 1 y 2%.<sup>30</sup>



#### 1.3.8.3. *Métodos modernos*

Los métodos modernos consisten en la producción de vinagre a mayor escala mediante reactores químicos con factores controlados en el proceso de fermentación acética como temperatura, tiempo, concentración, aire, ph, y sustrato.<sup>31</sup>

#### 1.3.9. *Importancia como herbicida*

El ácido acético forma parte de los ácidos orgánicos de corta cadena, el cual, tiene propiedades herbicidas en virtud de su alto contenido de acidez en su estructura química, lo cual, permite ser aplicado en el control de plagas y enfermedades en la agricultura. Es una sustancia orgánica de bajo riesgo para humanos, animales y el medio ambiente. Las alternativas por buscar nuevos productos amigables con el ambiente han venido tomando mucha importancia en el control de plagas sobre cultivos agrícolas sin causar peligros ambientales y disminuyendo los riesgos en manejos de sustancias químicas sintéticas.<sup>32</sup>

El vinagre en el control de malezas funciona como un desecante natural ocasionando un efecto herbicida al momento de entrar en contacto con las malas hierbas desintegrando la membrana celular debido al resecamiento del tejido celular. Esta sustancia orgánica depende mucho del método de aplicación, por lo que, puede ocasionar daños en los cultivos si su dosificación no es la adecuada. El tiempo de degradación en el suelo es más rápido disminuyendo la contaminación en el suelo y proporcionando fuentes de carbono para microorganismos beneficiosos que ayudan a mejorar la producción de cultivos agrícolas.<sup>33</sup>

La aplicación de ácido acético en los sectores agrícolas busca minimizar la contaminación del suelo ocasionados por herbicidas tradicionales, lo cuales, provocan grandes problemas medioambientales debido a que están elaborados con sustancias tóxicas. En el suelo tardan mucho tiempo en desintegrarse llegando a alcanzar un promedio de 7,2 años. En los seres vivos causan efectos nocivos llegando a provocar enfermedades como: úlceras en la piel, inflamación, enfermedades pulmonares e inclusive la muerte.<sup>34</sup>

### **1.4. Musgos (*Rigodium implexum*)**

#### 1.4.1. *Generalidades*

Los musgos son una especie de briofitas de tamaño reducido que dependen mucho de la humedad y del agua que se encuentre en el suelo o medio del cual puedan subsistir,

aunque existen otros grupos de musgos que pueden sobrevivir a condiciones bajas de humedad en extensos periodos de tiempo. Son plantas que carecen de órganos, por lo que, no les permite resistir a estructuras de elevado tamaño y su cuerpo vegetativo se desarrolla a través de una célula apical. Son organismos pluricelulares que requieren de lugares húmedos para poder sobrevivir debido a su pequeño tamaño, tejidos delgados, la falta de cutícula (capa cerosa que protege de la desecación) y gran contenido de agua para poder llevar a cabo su proceso de fertilización. En los lugares como bosques densos, donde la luz solar no penetra, los musgos crecen en los troncos de los árboles.<sup>35</sup>

El musgo (*Rigodium implexum*) es una plántula de imperceptible tamaño más conocida como lana de pobre por su aspecto físico en los lugares que habita normalmente. También adoptan otras características como: plantas rastreras, no fijas en el suelo y pueden sobrevivir por trasmisión del agua que entra en contacto desde el suelo. Esta especie forma tramas con envolturas en los troncos, rocas y suelos de los bosques con alta humedad.<sup>36</sup>

## **1.5. Disoluciones orgánicas**

### *1.5.1. Generalidades*

Las disoluciones orgánicas son compuestos químicos naturales producidos a partir de una serie de procesos anaerobios o aerobios utilizando diferentes materias orgánicas para el control de malezas en la agricultura. Uno de los principales métodos utilizados por agricultores es la fermentación de materias primas orgánicas.

La composición química varía dependiendo del tipo de método de preparación y la materia prima empleada. El control de plagas que adoptan estas soluciones químicas puede ser debido al contenido de metabolitos producidos por procesos fermentativos que actúan sobre los microorganismos patógenos presentes en las plantas. Las principales ventajas que proveen las soluciones orgánicas son el bajo costo económico, la disponibilidad del producto, reducido impacto ambiental y poco efecto nocivo sobre los seres vivos.<sup>37</sup>

Son sustancias y mezclas de origen orgánico que contienen propiedades nutritivas o repelentes para el control de enfermedades o plagas en cultivos agrícolas. Su fácil preparación y bajo efecto nocivo sobre las personas, es muy importante disponer de protección como el uso de guantes al manipular estos productos a concentraciones elevadas.<sup>38</sup>

## 1.5.2. *Ventajas y desventajas*

### 1.5.2.1. *Ventajas*

- Son fáciles de preparar por los propios agricultores sin depender de técnicos.
- La materia prima orgánica utilizada se encuentra disponible en cualquier comunidad.
- No se requiere energía de combustibles inorgánicos para su preparación.
- Contemplan una alternativa de control de plagas a bajo costo.
- Reducen la contaminación ambiental debido a su proceso de elaboración con sustancias biodegradables con baja toxicidad.
- Disminuye el riesgo de residuos tóxicos en los alimentos.
- Actúan inhibiendo la proliferación de microorganismos patógenos en los cultivos agrícolas.

### 1.5.2.2. *Desventajas*

- El proceso de fabricación puede demorar cierto tiempo y de no disponer materias primas todo el año.
- El efecto de degradación puede ser rápido debido al estar en contacto con los rayos ultravioleta.
- La manipulación de estas sustancias orgánicas a altas concentraciones podría ocasionar quemaduras en la piel al entrar en contacto directamente.

## 2. METODOLOGÍA

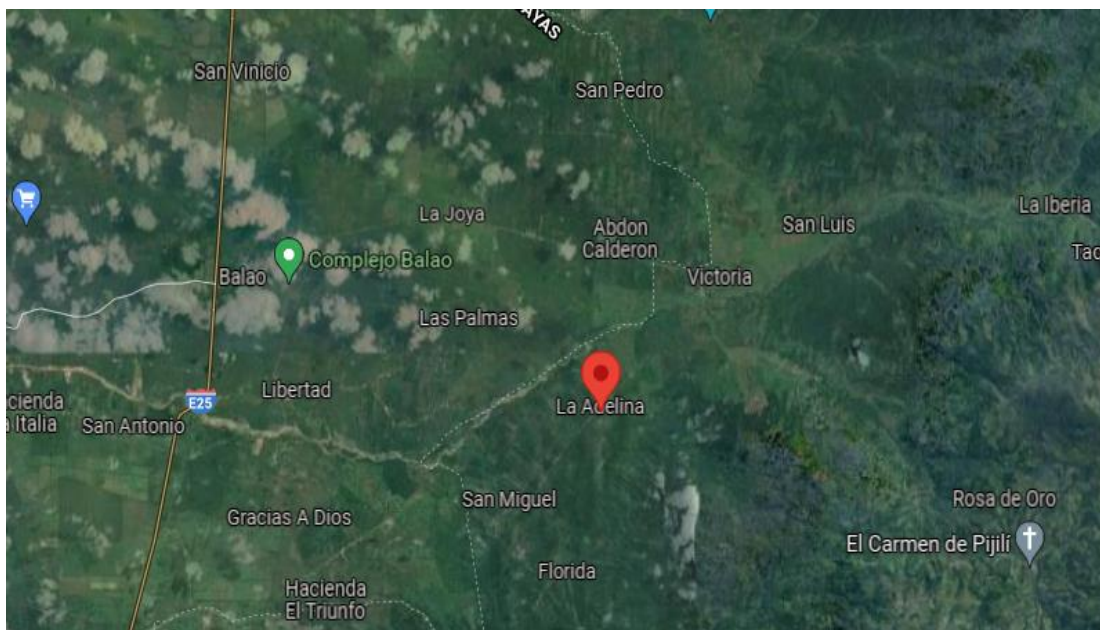
### 2.1. Tipo de investigación

Esta principal investigación se centra en el estudio experimental, analítico y comparativo- descriptivo, donde se utilizará mucílago de cacao más ácido acético para la elaboración de un herbicida que reduzca la proliferación de musgos (*Rigodium implexum*) en cultivos de cacao.

### 2.2. Población de estudio y muestra

El área de trabajo que se consideró para la elaboración de este proyecto fue una finca que contempla una extensión territorial de 200 hectáreas de cultivos de cacao, la cual, se encuentra ubicada en el sector la Adelina, cantón Balao, provincia del Guayas como se observa en la figura 2, en donde se obtendrá las muestras de mucílago de cacao para la elaboración de las disoluciones orgánicas y posteriormente aplicar los tratamientos respectivos en la finca.

**Figura 1.** Descripción geográfica del sector la Adelina



**Fuente:** (Google Map, 2022)

### **2.3. Localización de investigación**

Los experimentos metodológicos se llevarán a cabo en la finca de cacao antes mencionada y en los laboratorios de la Universidad Técnica de Machala mediante el análisis de las disoluciones orgánicas elaboradas por los tesisistas.

### **2.4. Materiales de Laboratorio**

#### *2.4.1. Materiales*

- Espátula
- Buretas de 50 ml
- Soporte para bureta más pinzas
- Vasos de precipitación de 500 ml, 250 ml y 100 ml
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml
- Balón aforado de 500 ml
- Probeta de 500 ml
- Probetas de 250 ml
- Vidrios reloj
- Pipetas volumétricas de 10 ml
- Pipeta volumétrica de 50 ml
- Frascos ámbar para reactivo (1000 ml)
- Agitador de vidrio

#### *2.4.2. Reactivos*

- Hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N
- Fenolftaleína

#### *2.4.3. Equipos*

- Balanza analítica - AS 62.R2 PLUS
- Ph-metro Modelo MP511-BENCHTOP
- Balanza de mostrador
- Atomizador (500ml)
- Celular Huawei P-Smart
- Computadora portátil DELL

## **2.5. Caracterización del exudado cacao**

Se desarrollará la caracterización del mucílago de cacao en los laboratorios de la Universidad Técnica de Machala y en otros laboratorios de análisis fuera de la institución, entre los estudios analíticos más representativos en la investigación se detallan los siguientes:

### *2.5.1. Determinación de pH*

Para determinar el pH de una solución, se utiliza el método potenciómetro, consiste en colocar la muestra en este caso del mucílago de cacao en un beaker de 250 ml, para luego introducir el electrodo pH-metro digital para realizar la lectura del pH.<sup>39</sup>

### *2.5.2. Determinación de Acidez Total*

Usando el método volumétrico, se toma a consideración la acidez que predomina en el mucílago de cacao, como lo es el ácido cítrico. Con ayuda de un erlenmeyer 250 ml se tara la solución, una alícuota de 50 ml y añadir 3 gotas de indicador fenolftaleína al 0.1 % en etanol, se añade agua destilada libre de CO<sub>2</sub>, se procede a homogeneizar la solución y se titula con solución estandarizada básica de NaOH con una concentración de 0,1 N hasta obtener un vire del indicador con una coloración rosado pálido.<sup>40</sup>

### *2.5.3. Nitrógeno total*

La cuantificación del nitrógeno total se efectuó en virtud del método de Micro Kjeldahl, la información fue facilitada de acuerdo al proceso realizado en el laboratorio NEMALAB.

El nitrógeno total está constituido por dos compuestos químicos como el nitrógeno amoniacal y el nitrógeno orgánico, además también puede adoptar otra forma como nitratos, nitritos o amonio. La determinación está en función del método kjeldhal, el cual, es un método antiguo y eficaz desarrollado por el químico danés Johan Kjeldahl en 1883, este método se caracteriza por ser el más utilizado para evaluar el contenido de nitrógeno total en una diversidad de muestras.<sup>41</sup>

#### 2.5.4. *Fósforo total*

La determinación del fósforo total se llevó a cabo mediante el método de digestión humedad (UV), la información proporcionada de los resultados de análisis fue facilitada por el laboratorio NEMALAB.

En la determinación del fósforo total se incluyen dos pasos importantes en los métodos analizar como la conversión del fósforo a otras formas químicas en ortofosfatos diluidos, hidrólisis ácida y digestión oxidante.<sup>42</sup>

#### 2.5.5. *Potasio Total*

La determinación de potasio total se efectuó mediante el método de digestión Humedad (Absorción Atómica), la información del análisis de potasio fue proporcionada por el laboratorio NEMALAB.

La determinación de potasio se la realiza empleando el método de la fotometría de emisión atómica, en donde, se utiliza en la experimentación un fotómetro de llama. A su vez, tiene una diversidad de empleos como en alimentos y aguas subterráneas.<sup>43</sup>

### **2.6. Obtención del mucílago de cacao**

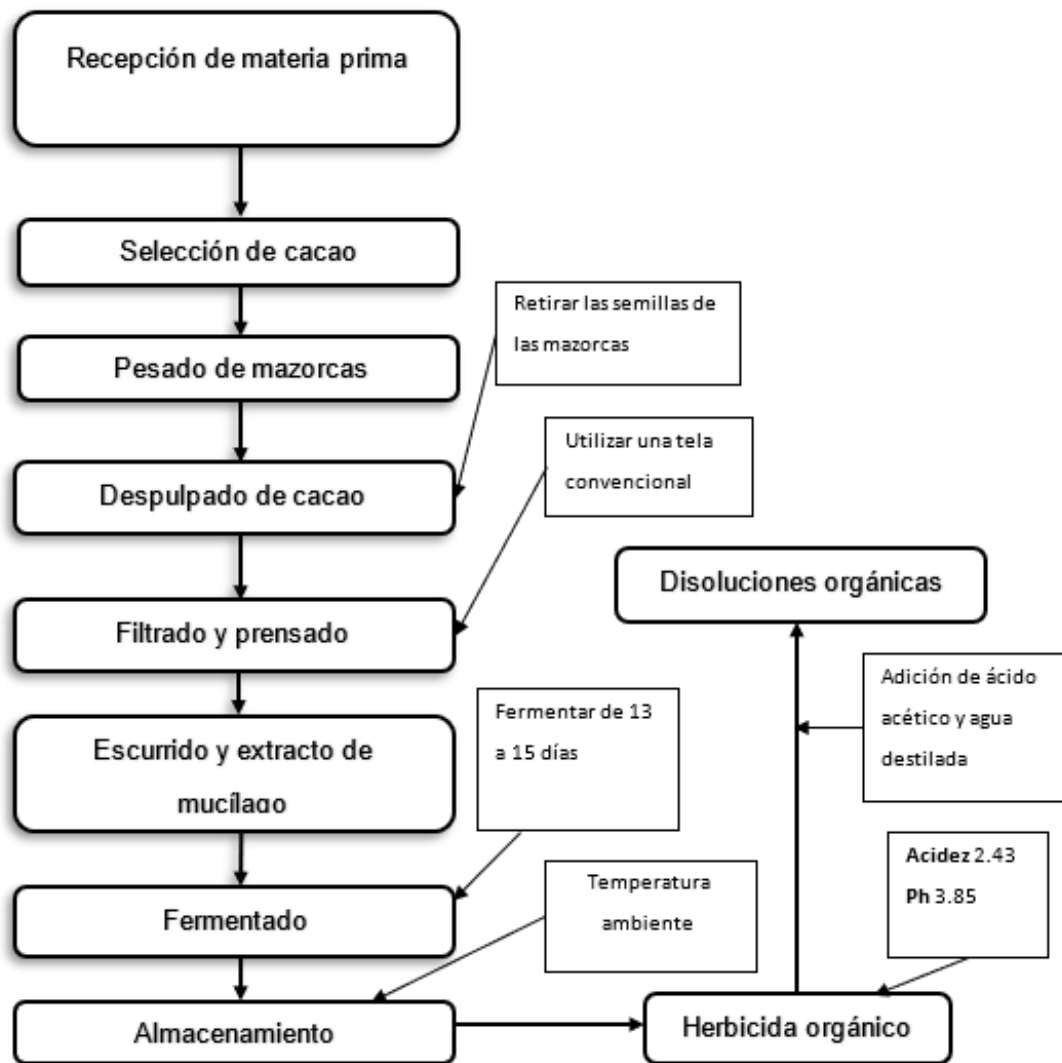
Las mazorcas de cacao que se escogerán para obtener el mucilago de cacao deberán estar en buen estado de madurez, mediante la identificación de su coloración para proceder a cosechar las mazorcar adecuadas, en este caso se procederá recolectar las mazorcas de cacao de color amarillo (cacao criollo), del cual, se extraerá el mucilago de cacao. La separación de las mazorcas golpeadas o en mal estado evitara que nuestro proceso de extracción de mucilago no se encuentre afectada por las mazorcas dañadas de cacao.

Para la obtención del mucílago de cacao, se basará en un proceso realizado por Morocho Espinoza 2018, donde se procedió a seleccionar las mazorcas de cacao de condiciones óptimas según su estado específico de madurez, luego seguido a su cosecha para recolectar cada mazorca de cacao y una vez de haber obtenido una cantidad considerable de fruta se les procede a realizar un pequeño corte por la mitad de la mazorca para extraer las almendras de cacao envueltas en por una capa gelatinosa rica en azúcares, las cuales, se las colocar en una tela convencional limpia para realizar un prensado y lograr obtener el mucilago de cacao en forma líquida.<sup>4</sup>

### 2.6.1. Proceso de obtención de herbicida orgánico

En la figura 2, se podrá observar el proceso de extracción del mucilago de cacao y la elaboración del herbicida orgánico, al cual se le adicionara ácido acético y agua destilada para la elaboración de los diferentes tratamientos que serán aplicados en las plantas de cacao.

**Figura 2.** Diagrama de proceso para la elaboración de herbicida orgánico.



**Fuente:** Elaboración propia



### 2.6.2. Descripción de proceso

- **Recepción de materia prima:** el cacao se obtiene directamente de la finca de estudio, mediante las herramientas necesarias se procedió a cosechar alrededor de dos sacos de cacao de fino aroma para realizar un proceso de fermentación del mucílago obtenido y luego de 13 días se cosechó 24 mazorcas más para realizar un tratamiento con mucílago fresco rico en azúcares.
- **Selección de cacao:** seleccionar de las mazorcas de cacao que se encuentren en condiciones adecuadas para la extracción del mucílago de cacao. Toda mazorca que se encontraba en condiciones deplorables se la retiraba de las demás mazorcas que estén de buena calidad.
- **Pesado de mazorcas:** pesar toda la fruta para poder calcular el peso neto total, el peso de la cáscara y la pulpa del mucílago, se realiza mediante una balanza artesanal para luego aplicar un balance de materia de todas las mazorcas de cacao utilizadas.
- **Despulpado de cacao:** realizar cortes en la testa del cacao, tanto en un extremo como también en la mitad de la fruta mediante un machete pequeño previamente lavado y proceder a desvenar las semillas de cacao en un recipiente de plástico (balde) con la vena del cacao para realizar la fermentación del mucílago.
- **Filtrado y prensado:** filtrar con una tela fina limpia previamente lavada para evitar que el mucílago salga con impurezas en el líquido, se necesita de un balde para poder almacenar el mucílago que se estaba obteniendo a través del filtrado y a su vez, realizar un pequeño prensado con guantes de látex en tiempos prolongados para conseguir más exudado de mucílago.
- **Ecurrido y extracto de mucílago:** escurrir la pulpa y dejar serenar de un día para otro día hasta obtener todo el mucílago posible durante el tiempo de escurrido.
- **Fermentado:** fermentar el mucílago de cacao por un tiempo prolongado de 13 días a temperatura ambiente, en este proceso intervienen microorganismos fermentativos que llevaban a cabo el proceso de fermentación durante un tiempo establecido de 13 a 15 días. En este proceso, el % acidez durante los días fermentativos fue de 2.4333 y un Ph de 3.85.

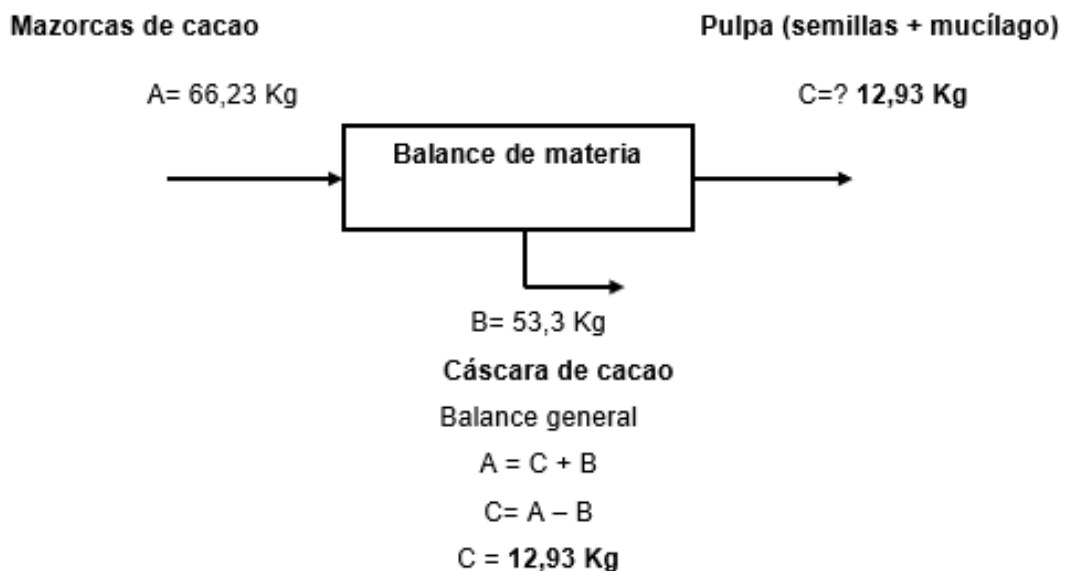
- **Almacenamiento:** el mucílago se almacena en un lugar limpio sin presencia de hormigas por la gran cantidad de azúcares que esta contiene. El recipiente a utilizar para el almacenamiento de la sustancia orgánica obtenida, es un balde limpio con tapa para que se dé un proceso fermentativo de forma anaeróbica.
- **Herbicida orgánico:** se obtiene a través de la maceración del mucílago de cacao durante un tiempo establecido de días a una temperatura ambiente con un % acidez de 2.4333 y un pH de 3.85.

### 2.6.3. Balances de materia

#### 2.6.3.1. Balance de materia 1

En la figura 3 se puede observar el balance de materia 1 realizada en las mazorcas de cacao para la elaboración del herbicida orgánico.

**Figura 3.** Balance de materia 1, en mazorcas de cacao.



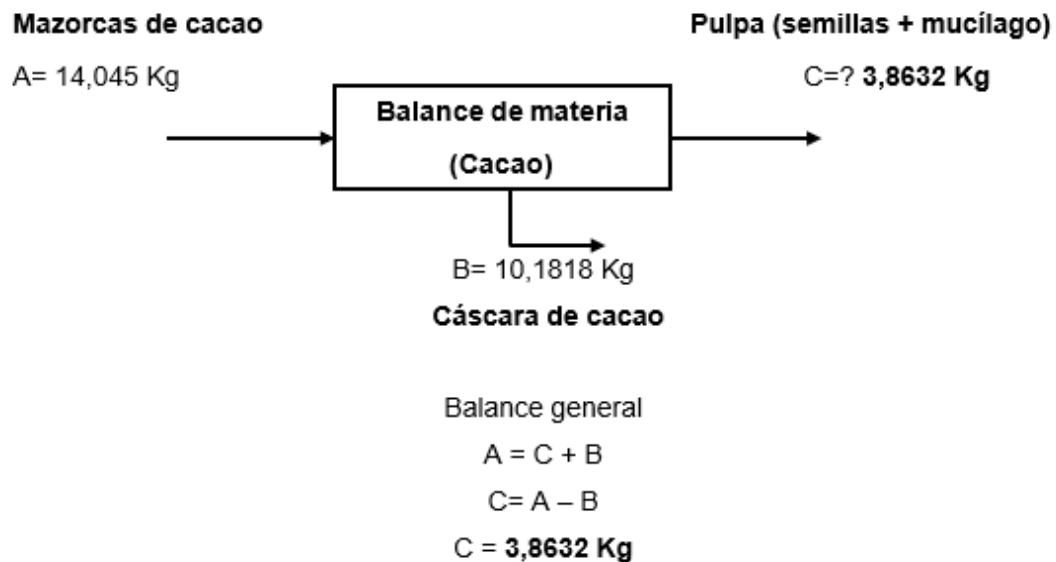
**Fuente:** Elaboración propia

En este balance de materia se ocupó una cantidad de 2 sacos de mazorcas de cacao orgánico los cuales tuvieron un peso neto de 66, 23 Kg, mientras que el peso de cáscara de cacao fue de 53,3 kg y 12,93 Kg de pulpa de mucílago de la cual se extrajo el exudado de cacao en un volumen de 4,38 L.

### 2.6.3.2. Balance de materia 2

En la siguiente figura 4, se representa el balance de materia 2 elaborada para el proceso de obtención del mucilago fresco.

**Figura 4.** Balance de materia 2, en mazorcas de cacao.



**Fuente:** Elaboración propia

En el balance de materia 2, se ocupó un total de 24 mazorcas de cacao orgánico con un peso neto de 14,045 Kg de fruta de cacao, así mismo se obtuvo 10,1818 Kg de cáscara de cacao y 3,8632 Kg de pulpa para obtener un volumen de mucilago extraído de 532,324 ml.

## 2.7. Dosificaciones del herbicida orgánico

En la investigación de campo se desarrollará 5 tratamientos, estos tratamientos como parte experimental en la aplicación de las disoluciones orgánicas (mucilago de cacao y ácido acético) se efectuarán en diferentes dosificaciones quedando de la siguiente manera como se indica en la tabla 11.

**Tabla 11.** Elaboración de disoluciones orgánicas

Disoluciones orgánicas	
Tratamientos	Disoluciones
<b>T1: 15% mucílago de cacao - 10% ácido acético - 75% agua destilada.</b>	240ml: 10ml: 750ml
<b>T2: 40% mucílago de cacao - 10% ácido - 50% agua destilada.</b>	490ml: 10ml: 400ml
<b>T3: 65% mucílago de cacao - 10% ácido - 25% agua destilada.</b>	740ml: 10ml: 250ml
<b>T4: 90% mucílago de cacao – 10% de ácido acético - 0% agua destilada.</b>	900ml: 10ml: 0ml
<b>T5: 100% testigo (mucílago de cacao fresco)</b>	1000ml

**Fuente:** Elaboración propia

La elaboración de las siguientes disoluciones orgánicas se efectuó en 5 composiciones en relación a 1L con las soluciones de mucílago, ácido acético y agua destilada, en la cual, se realizó en porciones de porcentaje de cada solución, para obtener la mezcla de un herbicida orgánico.

#### 2.7.1. *Fórmula de % acidez titulable*

Para determinar el % de acidez de la baba de cacao, se realizó mediante el análisis volumétrico de titulación, para lo cual se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Acidez} \left( \frac{\text{g}}{\text{L}} \right) = \frac{V_{\text{NaOH}} * [\text{NaOH}] * 1000}{MM_{\text{Acético}} * V_{\text{muestra}}} \quad (1)$$

En la tabla 12, indica los parámetros para determinar la acidez de la baba de cacao.

**Tabla 12.** Parámetros de acidez

Parámetros de fórmula	
<b>Alícuota</b>	50 ml

Parámetros de fórmula	
M.M. ácido acético	60 g/mol
Concentración de NaOH	0,1 M

**Fuente:** Elaboración propia

Los parámetros de la fórmula detallados en la siguiente tabla representan el procedimiento para calcular el porcentaje de acidez del mucílago de cacao, para lo cual, se requirió una alícuota de 50ml, el miliequivalente del ácido acético y el gasto de NaOH empleado para alcanzar el punto de neutralización de esta solución.

## 2.8. Diseño Experimental

### 2.8.1. Tratamientos

En la tabla 13, muestra los tratamientos experimentales que se aplicaron en la investigación.

**Tabla 13.** Tratamientos experimentales

Tratamiento	Unidad experimental	Repeticiones	Total de plantas
T <sub>1</sub>	3	3	3
T <sub>2</sub>	3	3	3
T <sub>3</sub>	3	3	3
T <sub>4</sub>	3	3	3
T <sub>5</sub>	3	3	3
<b>TOTAL</b>	15	15	15

**Fuente:** Elaboración propia

El proceso de experimentación que se evaluará será de 15 plantas de cacao, las cuales, cuentan con 3 unidades experimentales comprendidas en 5 tratamientos y 3 repeticiones. El diseño experimental planteado ayudará a evaluar las conductas de una o más variables en la experimentación, por lo cual, se efectuará un análisis ANOVA para identificar el mejor tratamiento aplicado.

## **2.9. Variables e hipótesis**

### 2.9.1. *Variables Dependientes:*

- % de mortalidad
- Acidez Total
- pH
- Disoluciones orgánicas

### 2.9.2. *Variables Independientes:*

- Mucílago de cacao
- Ácido acético

### 2.9.3. *Hipótesis Nula*

Los tratamientos aplicados como herbicida orgánico no afectan al musgo (*Rigodium implexum*).

### 2.9.4. *Hipótesis Alternativa*

Los tratamientos aplicados como herbicida orgánico si afectan al musgo (*Rigodium implexum*).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Determinación de acidez y Ph

La presente tabla 14, muestra los porcentajes de acidez determinados en relación a los distintos tratamientos empleados como herbicidas en las plantas de cacao con sus distintas concentraciones.

**Tabla 14.** Determinación de acidez y Ph de los tratamientos aplicados

Tratamientos	Gasto (ml NaOH consumido)	% Acidez	Ph
T1	25	0,83333333	3,98
T2	36,5	1,21666667	4,06
T3	55,3	1,84333333	4
T4	73	2,43333333	3,85
T5	83,8	2,79333333	3,52

**Fuente:** Elaboración propia

El tratamiento que obtuvo una mayor acidez fue el tratamiento T5, por lo que, se ocupó un 83,8 ml NaOH en la valoración por el método de volumétrico de titulación, mientras el tratamiento que ocupó menos reactivo fue el tratamiento T1 con un gasto de 25ml NaOH. Según Fabro et al, afirma que la acidez titulable es la combinación de una base con sustancia ácida mediante la intervención de un indicador. El método de medición es único y se fundamenta en añadir un volumen dado de una sustancia, el volumen requerido de la solución base (NaOH) hasta alcanzar el punto de neutralización que está presidido de un indicador generalmente fenolftaleína.<sup>44</sup>

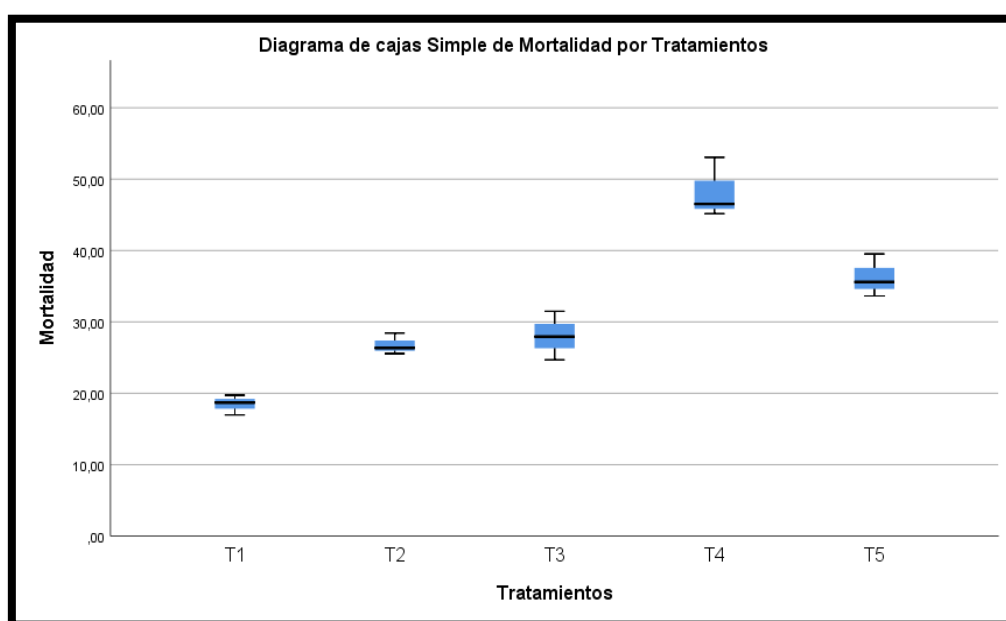
Además, se determinó el pH de cada disolución mediante un pH-metro, siendo el tratamiento T5 la solución más ácida con un Ph de 3,52 y el que obtuvo un menor Ph fue el tratamiento T2 con menor solución ácida con un valor de 4,06.

Méndez et al, afirma que la determinación del Ph de una disolución es la concentración de iones de H<sup>+</sup> que se encuentran ionizados en equilibrio o disociados en una solución. La acidez en una fruta está representada por la presencia de ácidos orgánicos, además es una característica agria que tienen algunas las frutas.<sup>45</sup>

### 3.2. Diagrama de cajas del musgo eliminado

En la figura 5 se muestran los porcentajes de musgo eliminado en las plantas de cacao, en el cual, se aplicó los diferentes tratamientos realizados.

**Figura 5.** Porcentaje de musgo eliminado en plantas seleccionadas de cacao



**Fuente:** Elaboración propia

Los resultados obtenidos del musgo eliminado en las ramas de cacao muestran una efectividad superior en los tratamientos T3, T4 y T5 (ver figura 7,8,9), aplicados en las diferentes plantas de cacao que se seleccionó para realizar la aplicación de las disoluciones orgánicas elaboradas a base de mucílago de cacao y ácido acético. También se aplicó la técnica bajo cielo que consto en el recubrimiento con fundas plásticas en el área fumigada. Los tratamientos cuatro (T4) y cinco (T5) fueron los más relevantes en la eliminación del musgo con un 49,11 % y 36,25 % porcentaje musgo muerto, pero a su vez elimina la flor del cacao que se encuentra en las ramas recubiertas por el musgo *rigodium implexum*, por lo cual elimina de manera indirecta la flor que provee el fruto de cacao en la planta.



Por lo tanto, el tratamiento tres (T3) fue el más óptimo en la eliminación del musgo con 28,04 %, sobre las plantas de cacao porque no elimino la flor del cacao en las plantas que fueron tratadas con las diluciones orgánicas elaboradas. Según Moreno et all, manifiestan que los desechos generados en el sector cacaotero como el mucílago de cacao son aprovechados como una alternativa amigable en la sustitución de químicos sintéticos en la agricultura siendo aplicados como herbicidas, pesticidas y fungicidas promoviendo el aprovechamiento del mucílago generado por el fruto del cacao<sup>46</sup>. Tosif et all, afirma que los mucílago de semillas y frutos proporcionan una excelente actividad contra patógenos Gram-positivos y bacterias Gram-negativas, el mecanismo de acción que efectúa el mucílago es al entrar en contacto con las membranas celulares e infiltrarse dentro de la célula ocasionando daño en ADN, degradación de proteínas, daño en la membrana celular y daño mitocondrial. El mucílago es útil en el desarrollo de radicas libres en la membrana celular, lo cual conduce a la porosidad y muerte de la célula.<sup>47</sup>

**Figura 6.** Resultado final del tratamiento T4 después de 16 días de ser aplicado.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 7.** Resultado de la aplicación del tratamiento T5



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 8.** Representación del tratamiento T3 aplicado sobre el musgo (*Rigodium implexum*)



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3. Anova de un solo factor estadístico

A continuación, en la tabla 15 se indica el análisis ANOVA efectuado a la variable de mortalidad en relación a los distintos tratamientos de estudio.

**Tabla 15.** Determinación de nivel de significancia en Anova.

ANOVA					
Mortalidad					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1521,392	4	380,348	44,668	,000
Dentro de grupos	85,149	10	8,515		
Total	1606,542	14			

**Fuente:** Elaboración propia

En este análisis de Anova de un solo factor estadístico si concurren diferencias significativas en los tratamientos aplicados sobre las plantas de cacao afectadas por el musgo (*Rigodium implexum*), al presentar un estado de significancia inferior al 0.05 sobre los datos estadísticos ingresados en el programa estadístico SPSS, entonces se acepta la hipótesis alternativa porque existe un cambio significativo entre las medias del porcentaje (%) de musgo eliminado.

Rubio y Berlanga, indican que la hipótesis nula ( $H_0$ ) se toma en consideración cuando existen valores asociados entre las variables analizadas y la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) se acepta cuando prevalece un grado de relación entre dos o más variables. Esta decisión se afirma dependiendo del nivel de significancia en el proceso de aceptación o rechazo de una hipótesis. Cuando el nivel de significancia es mayor a 0,05 se accede la hipótesis nula, mientras que si sucede lo contrario se accede la hipótesis alternativa. El valor F, indica que cuando más alto sea su valor más relación existe entre las variables.<sup>48</sup>

### 3.4. Análisis Descriptivo de la variable Mortalidad del Musgo

La siguiente tabla se muestra el análisis descriptivo obtenido en efecto del porcentaje de musgo eliminado en las ramas de cacao a base de las dosificaciones expresadas en los tratamientos.

**Tabla 16.** Análisis Descriptivo de la Mortalidad del Musgo (*Rigodium implexum*)

Descriptivos								
Mortalidad								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	18,4633	1,39389	,80476	15,0007	21,9260	16,97	19,73
T2	3	26,7767	1,48665	,85832	23,0836	30,4697	25,55	28,43
T3	3	28,0433	3,40618	1,96656	19,5819	36,5047	24,69	31,50
T4	3	48,2433	4,22562	2,43966	37,7463	58,7403	45,16	53,06
T5	3	36,2533	2,99395	1,72856	28,8160	43,6907	33,64	39,52
Total	15	31,5560	10,71228	2,76590	25,6237	37,4883	16,97	53,06

**Fuente:** Elaboración propia

Los resultados obtenidos en un análisis descriptivo tal como se observa en la tabla 16 en relación a la mortalidad del musgo por efectos de las diferentes disoluciones orgánicas, indica que su promedio total que incide en la inhibición del musgo está en un 31,56 como se observa en la tabla 15, indicando que entre los tratamientos 3 y 4 muestran efectividad mayor a la mortalidad del musgo en comparación de los otros tratamientos aplicados, sin embargo en el tratamiento 4 se observó la eliminación total del musgo y flores de cacao, esto puede incidir por la concentración de mucílago colocado (ver tabla 11), mientras tanto con el tratamiento 3 se observó un ataque de musgo no tan eficaz permitiendo experimentar que la disolución efectiva se da con este tratamiento 3 con concentraciones que asemejan a otros datos investigados (ver tabla 11), tal como nos indica Coloma et al, 2017 que en base a sus pruebas ejecutadas en diferentes disoluciones muestra un 40% de mucílago de cacao y 60% de agua al que se añadió más agua por efecto de disminuir su viscosidad, estos casos pueden variar mucho de acuerdo al tiempo de fermentación o las condiciones climáticas que se realiza el estudio.<sup>2</sup>

La diferencia entre el porcentaje mínimo y máximo alcanzado por los 5 tratamientos fue de un rango total de 36,09 cuyo análisis representa el 95% de confianza, por otro lado, la relación a la varianza de los datos analizados representa un total de 10,71 e indica que la mitad de los resultados se encuentran dispersos unos que otros.

### **3.5. Comparaciones múltiples de los tratamientos con la Prueba Tukey**

Como resultados obtenidos en la tabla 17, se expresa la prueba de comparaciones múltiples Tukey con un nivel de significancia del 95 % para la variable porcentaje de la muerte del musgo al aplicar los 5 tratamientos realizados, el análisis Tukey en el tratamiento 1 indica que existe diferencia significativa con los tratamientos 4,5.

Mientras tanto en los tratamientos 2,3 no existen diferencias con sus porcentajes de 0,37 y 0,16 por ciento de las disoluciones aplicadas, interpretando que el tratamiento 1 con los tratamientos 2 y 3 son estadísticamente idénticos.

**Tabla 17.** Prueba de comparaciones múltiples con Tukey de la variable Mortalidad

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Mortalidad						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	-8,31333*	2,38257	,037	-16,1546	-,4721
	T3	-9,58000*	2,38257	,016	-17,4212	-1,7388
	T4	-29,78000*	2,38257	,000	-37,6212	-21,9388
	T5	-17,79000*	2,38257	,000	-25,6312	-9,9488
T2	T1	8,31333*	2,38257	,037	,4721	16,1546
	T3	-1,26667	2,38257	,982	-9,1079	6,5746
	T4	-21,46667*	2,38257	,000	-29,3079	-13,6254
	T5	-9,47667*	2,38257	,017	-17,3179	-1,6354
T3	T1	9,58000*	2,38257	,016	1,7388	17,4212
	T2	1,26667	2,38257	,982	-6,5746	9,1079
	T4	-20,20000*	2,38257	,000	-28,0412	-12,3588
	T5	-8,21000*	2,38257	,039	-16,0512	-,3688
T4	T1	29,78000*	2,38257	,000	21,9388	37,6212
	T2	21,46667*	2,38257	,000	13,6254	29,3079
	T3	20,20000*	2,38257	,000	12,3588	28,0412
	T5	11,99000*	2,38257	,004	4,1488	19,8312
T5	T1	17,79000*	2,38257	,000	9,9488	25,6312
	T2	9,47667*	2,38257	,017	1,6354	17,3179
	T3	8,21000*	2,38257	,039	,3688	16,0512
	T4	-11,99000*	2,38257	,004	-19,8312	-4,1488

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**Fuente:** Elaboración propia

Para el tratamiento 2, su respectivo análisis Tukey fue que los tratamientos 1,3 y 5 no existieron diferencias significativas con sus promedios de 0,37;0,982;0,17 que relacionado al tercer tratamiento tuvo diferencia con 0,00 por ciento de la disolución aplicada, expresado en la tabla 17 indica que el tratamiento 2 es diferente al tratamiento 3. Por lo tanto, para el análisis del tratamiento 3 se da las siguientes comparaciones; tratamientos 1,2 y 5 (0,86; 0,982; 0,39) no difiere significativamente al tratamiento 3, indicando que son estadísticamente iguales; por ende, para el tratamiento 4 existe diferencia significativa con los datos 0,00 para el 3 tratamiento.

La estadística del 4 tratamiento indica que es diferente al resto de tratamientos aplicados para inhibir el musgo (*Rigodium implexum*) entre estos están 1,2,3,5 con su promedio de 0,00 y 0,04, considerando que nos da la variable respuesta al mejor tratamiento para matar el musgo en estudio. En cuanto al tratamiento 5, los tratamientos 2 y 3 no muestran diferencias significativas con sus promedios de 0,17 y 0,39; por lo tanto, para el tratamiento 1 y 4 son iguales al 5 tratamiento con su dato estadístico significativo del 0,00 promedio del porcentaje de musgo muerto.

Por lo tanto, en cuanto al análisis Tukey nos expresa que el mejor tratamiento con relación a los distintos tratamiento aplicados para mitigar este tipo de maleza estadísticamente fue el 4 tratamiento al existir sus diferencias significativas, cabe indicar que la probabilidad de un herbicida orgánico efectivo se encontraría en relación a la disolución del tratamiento 4 (ver tabla 11), pero no obstante por la experimentación (ver anexo 6 y figura 8) se puede identificar que inhibe toda la zona rociada por la disolución 4, mientras que para el tratamiento 3 (observa figura 9) a sus 15 días de aplicación no afecta toda el área de la zona aplicada por la disolución en cuestión.

#### 4. CONCLUSIONES

- El impacto que ha generado la reutilización de la baba de cacao en los agricultores del sector La Adelina, ha sido de gran interés para la elaboración de herbicidas de origen natural en este sector agrícola, obteniendo óptimos resultados en la aplicación sobre cultivos de cacao con presencia del musgo (*Rigodium implexum*) en las ramas de cacao, inhibiendo su proliferación en las plantas de cacao y permitiendo economizar al agricultor con la adquisición de productos químicos sintéticos que podrían ocasionar un daño ambiental al ser aplicados descontroladamente.
- El efecto ocasionado por el herbicida orgánica sobre el musgo, se basa a la acidez que al entrar en contacto con este tipo de plántula adherida a las ramas de cacao, causa su eliminación mediante el poder de desecación que es generada por la combinación del mucílago fermentado y ácido acético, rompiendo la pared celular y destruyendo la membrana celular, lo cual provoca la desecación del musgo en las plantas de cacao.
- Los tratamientos que obtuvieron un mayor rendimiento en la aplicación sobre musgos (*Rigodium Implexum*) fueron los Tratamientos cuatro (T4) y cinco (T5) con un porcentaje de mortalidad de 49,11 % y 36,25 % en las plantas de cacao seleccionadas, sin embargo, el tratamiento tres (T3) no afectó la floración del cacao con un porcentaje de mortalidad de 28,04 %, por lo cual, fue el tratamiento más óptimo para ser aplicado en las plantaciones de cacao para el control de musgos en este sector cacaotero.

## 5. RECOMENDACIONES

- Adquirir todos los materiales necesarios de laboratorio manipulándolos con el debido cuidado, porque se pueden romper al realizar un procedimiento inadecuado y preparar la cantidad de reactivos a utilizar en la experimentación.
- Utilizar la vestimenta adecuada como botas, camisa manga larga, pantalón jean y repelente para mosquitos al momento de cosechar las mazorcas de cacao en la finca que se esté realizando el estudio de tesis. Si el sector es una zona lluviosa tratar de ir los días que estén más cálidos para evitar que el trabajo o actividad a realizar se torne más dificultoso.
- En la aplicación del herbicida orgánico en las plantas de cacao, si se realiza en una zona muy lluviosa, procurar cubrir toda el área fumigada con fundas plásticas para evitar que la dosificación utilizada se pierda al momento de producirse un día lluvioso.
- La aplicación del herbicida orgánico se debe realizar en días soleados o cálidos para que se pueda adherirse al musgo y pueda actuar sin ningún problema.
- El material de vidrio que se requiera llevar en la experimentación se debe envolver en papel y colocarlo en un cartón en el vehículo que se esté transportando.



## BIBLIOGRAFÍA

- (1) Santacruz, S.; Medrano, P. Uso de Compuestos Fenólicos de La Cáscara de La Mazorca de Cacao ( Theobroma Cacao L.) Como Inhibidores de Salmonella Spp. En Queso Fresco Producido En Manabí, Ecuador. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín* **2021**, *74* (0304–2847), 2248–7026.
- (2) Coloma Coloma, T.; Alulema Cuesta, M.; España Escobar, Y.; Gualliche Serdan, L. Elaboración de Un Herbicida Natural a Partir de La Pulpa Mucilaginoso Del Cacao (Theobroma Cacao). *DELOS Desarro. Local Sosten.* **2017**, *10* (29), 15.
- (3) Kalvatchev, Z.; Garzaro, D.; Guerra, F. Theobroma Cacao L. : Un Nuevo Enfoque Para Nutrición y Salud. *Agroalimentaria* **1998**, *6*, 23–25.
- (4) Pilligua, R. L.; Barre, R. L.; Mendoza, A. E.; Lavayen, E.; Mero, R. Influencia del mucilago de cacao ( theobroma cacao ) en las caraterísticas fisicoquímicas de la cerveza artesanal influence of cocoa mucilage ( theobroma cacao ) on the physicochemical characteristics of artisanal beer. *espaencia* **2021**, *12*, 25–32. [https://doi.org/https://doi.org/10.51260/revista\\_espamciencia.v12i1.234](https://doi.org/https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v12i1.234).
- (5) Vásquez-Barajas, E. F.; García-Torres, N. E.; Bastos-Osorio, L. M.; Lázaro-Pacheco, J. M. Análisis Económico Del Sector Cacaotero En Norte de Santander, Colombia y a Nivel Internacional. *Rev. Investig. Desarro. e Innovación* **2018**, *8* (2), 237–250. <https://doi.org/10.19053/20278306.v8.n2.2018.7963>.
- (6) Maluin, F. N.; Hussein, M. Z. Chitosan-Based Agronanochemicals as a Sustainable Alternative in Crop Protection. *Molecules* **2020**, *25* (7), 1–22. <https://doi.org/10.3390/molecules25071611>.
- (7) Spinosa, W. A.; Sousa, D. de A.; Siqueira, A. E. B.; da Silva, E. P.; Santiago, E. D. S.; Teixeira, É. T. L. B.; Mesquita, J. de A.; de Cristo, P. F. R. F.; de Ávila, M. C.; Nascimento, E. Elaboration of Mangaba Vinegar by Semi-Solid Fermentation Combined with Enzymatic Activity: Chemical Characterization and Sensory Evaluation. *Cienc. Rural* **2021**, *51* (10), 1–18. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200638>.
- (8) Garay, J.; Scappini, E.; Colazo, J.; Jaeggi, E. Control de Malezas En El Cultivo de Cacao. *El cultivo de maíz en San Luis*. 2015, pp 1–4.
- (9) Velásquez, L. M. C.; Rodríguez-Sandoval, E.; Chamorro, E. M. C. Diagnosis of Cocoa Post-Harvest Practices in the Department of Arauca. *Rev. Lasallista Investig.* **2016**, *13* (1), 94–104. <https://doi.org/10.22507/rli.v13n1a8>.
- (10) Yadira Mariela Arteaga Estrella. Estudio Del Desperdicio Del Mucilago de Cacao En El Cantón Naranjal (Provincia Del Guayas). *Rev. Eca Sinerg. Univ. técnica Manabí.* **2013**, *4* (1390–6623), 49.
- (11) Naguas-Parra, M.; Cabrera-Marquéz, M.; Ollague-Valarezo, J.; Romero-Black, W. Impacto de La Producción y Comercialización de Semielaborados de Cacao - Provincia El Oro. *593 Digit. Publ. CEIT* **2021**, *6* (3), 465–475. <https://doi.org/10.33386/593dp.2021.3.609>.
- (12) Sánchez-Olaya, D. M.; Rodriguez Perez, W.; Castro Rojas, D. F.; Trujillo Trujillo, E. Respuesta Agronómica de Mucilago de Cacao (Theobroma Cacao L.) En Cultivo de Maíz (Zea Mays L.). *Cienc. en Desarro.* **2019**, *10* (2), 43–58. <https://doi.org/10.19053/01217488.v10.n2.2019.7958>.
- (13) Doster, N.; Roque, J.; Cano, A.; La Torre, M.; Weigend, M. Hoja Botánica: Cacao.

In *botconsult GmbH*; 2012; pp 1–20.

- (14) Ortiz-Valbuena, K. L.; Álvarez-León, R. Efecto Del Vertimiento de Subproductos Del Beneficio de Cacao (*Theobroma Cacao L.*) Sobre Algunas pro Piedades Químicas y Biológicas En Los Suelos de Una Finca Cacaotera, Municipio de Yaguará (Huila, Colombia). *Bol. Cient. del Cent. Museos* **2015**, *19* (1), 65–84. <https://doi.org/10.17151/bccm.2015.19.1.5>.
- (15) Garcia - vidal, G. Research Trends in Cocoa : Opportunities for Research in Santo. *SATHIRI, Sembrador* **2017**, *12* (2), 22.
- (16) Vallejo, C.; Díaz, R.; Morales, W.; Soria, R.; Baren, C.; Vera, J. Utilización Del Mucílago de Cacao, Tipo Nacional y Trinitario, En La Obtención de Jalea. *Rev. ESPAM Cienc.* **2016**, *7* (1), 51–58.
- (17) Castro, R. R.; Izquierdo, G. P.; Díaz, A. V.; Navarrete, E. T.; Navarrete, Y. T.; Ocampo, R. D. Valoración de Baba de Cacao (Mucílago) No Utilizada En El Cantón Quevedo - Ecuador. *Rev. Científica Cienc. y Tecnol.* **2021**, *32* (Vol. 21 Núm. 32 (2021)). <https://doi.org/10.47189/rcct.v21i32.489>.
- (18) Diana, V.; Miguel Ángel, O.; Norma, V. Extracción, Propiedades y Beneficios de Los Mucílagos. *Dominio las Ciencias* **2020**, *6* (2), 503–524.
- (19) Flores, C.; Peñafiel, M. Propiedades Bromatológicas, Sensoriales y Físicas de Yogurt Suplementado Con Mucílago de Cacao. *Recimundo* **2019**, *03*, 1342–1353. [https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(3\).septiembre.2019.1342-1353](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(3).septiembre.2019.1342-1353).
- (20) Roig, G.; Montull, J. M.; Llenes, J.; Taberner, A. Herbicidas Alternativos En Viña Ecológica. **2017**, 381–384.
- (21) Mora-Fallas, A.; Goeau, H.; Joly, A.; Bonnet, P.; Mata-Montero, E. Instance Segmentation for Automated Weeds and Crops Detection in Farmlands. *Tecnol. En Marcha* **2020**, *33* (SI), 13–17.
- (22) Portuguese-García, M. P.; Agüero-Alvarado, R.; González-Lutz, M. I. Herbicidal Activity of Three Natural Products on Four Weed Species. *Agron. Mesoamerican* **2021**, *32* (3), 991–999. <https://doi.org/10.15517/AM.V32i3.41394>.
- (23) Malca Diaz, J. F.; Uceda Bazán, E. L.; Diaz Manchay, R. J.; Rodríguez Cruz, L. D. Análisis de La Concentración de Ácido Acético de Seis Marcas de Vinagre de Manzana. *Med. Natur.* **2020**, *14* (2), 79–83.
- (24) Epóxi, P. D. E. T.; Bertella, F.; Lopes, C. W. Vivências: Revista Eletrônica de Extensão Da URI ISSN 1809-1636. **2012**, *8*, 236–246.
- (25) Otero, M. A.; Guerrero, I.; Wagner, J. R.; Cabello, A. J.; Sceni, P.; Garcíá, R.; Soriano, J.; Tomasini, A.; Saura, G.; Almazañ, O. Yeast and Its Derivatives as Ingredients in the Food Industry. *Biotechnol. Apl.* **2011**, *28* (4), 272–275.
- (26) Christina, A.; Cristina, R.; Damasceno, G.; Coelho, M.; Renata, S.; Tessaro, D.; Larsen, A. C.; Dallago, R. C.; Gomes, S.; Sene, L.; Machado, R. Avaliação Das Fermentações Alcoólica e Acética Para Produção de Vinagre a Partir de Suco de Laranja. **2010**. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v32i2.4275>.
- (27) Vera-Loor, J.; Cedeño-Palacios, N.; Mera-Vélez, S. Elaboración de Vinagre de Vino a Partir Del Mucílago y Exudado de Cacao Criollo (*Theobroma Cacao L.*). *Rev. Científica INGENIAR Ing. Tecnol. e Investig.* **2020**, *3* (5), 35–46. <https://doi.org/10.46296/ig.v3i5.0014>.
- (28) Aykin, E.; Seydim, A. C.; Greene, A. K.; Guzel-seydim, Z. B.; Testament, O.

- Functional Properties of Vinegar. **2014**. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12434>.
- (29) Zamrodah, Y. Obtención y Caracterización de Vinagre de Mango Por El Método de Acetificación de Orleans. **2016**, 15 (2), 1–23. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5593> pasteurizado.
- (30) Castillo, M. B.; Mero Sánchez, J. Universidad De Guayaquil Facultad De Ingeniería Química Licenciatura En Gastronomía, Universidad de Guayaquil, 2019.
- (31) Ferreyra, M.; Schvab, C.; Davies, V.; Gerard, L.; Solda, C. Obtención de Vinagre de Naranja En Proceso Semicontinuo, a Escala Laboratorio. *Ciencia, Docencia y Tecnol.* **2014**, 25 (49), 154–165.
- (32) Alfredo, J.; Gaxiola, S.; Emmanuel, J.; Carrillo, A.; Puente, L. Evaluación de Ácido Acético Como Fumigante de Mosquita Blanca Bemisia Tabaci ( Gennadius ) En Laboratorio y Campo \* Assessment of Acetic Acid like Fumigant of Silverleaf Whitefly Bemisia Tabaci ( Gennadius ) in Laboratory and Field Resumen Introducción. **2012**, 3, 413–426.
- (33) Montero Cedeño, S.; Cardoso Galvao, J.; Diniz Melo, C.; Cañarte Bermúdez, E. Vinagre Como Desecante de Plantas de Cobertura y Su Efecto En La Actividad Microbiana Del Suelo En Sistema de Siembra Directa. *La Técnica Rev. las Agrociencias. ISSN 2477-8982* **2016**, No. 16, 16–25. [https://doi.org/10.33936/la\\_tecnica.v0i16.530](https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i16.530).
- (34) Camacho-Morales, R. L.; Gerardo-Gerardo, J. L.; Guillén Navarro, K.; Sánchez, J. E. Ligninolytic Enzyme Production by White Rot Fungi during Paraquat (Herbicide) Degradation. *Rev. Argent. Microbiol.* **2017**, 49 (2), 189–196. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2016.11.004>.
- (35) Palomo, E. B. APLICACIÓN DE LA BABA DE CACAO FERMENTADA MAS VINAGRE EN EL CONTROL DE MUSGOS(Rigodiumimplexum) EN EL CULTIVO DE CACAO (Theobroma Cacao L.) CCN51, UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, 2012, Vol. 10.
- (36) Fuertes, E.; Rodríguez, M. Aportaciones a La Flora Briológica Argentina. *Notula I. Bot. Complut.* **2008**, 32, 21–36.
- (37) Guerra, S.; Alexander, A.; Pantoja, M.; Estefany, M.; Montenegro, B.; Fernanda, M.; Montenegro, B. DE FITOSANITARIOS EN EL CULTIVO DE FRÍJOL ( Phaseolus Vulgaris ) EN SIBUNDOY PUTUMAYO ( COLOMBIA ) MANAGEMENT , CLASSIFICATION AND COLLECTION STUDY OF PHYTOSANITAIRES IN THE BEANS CROP ( Phaseolus Vulgaris ) IN SIBUNDOY PUTUMAYO ( COLOMBIA ). **2021**, 12 (1), 133–152.
- (38) Miranda-Arámbula, M.; Reyes-Chilpa, R.; Anaya, L. A. L. Phytotoxic Activity of Aqueous Extracts of Ruderal Plants and Its Potential Application to Tomato Crop. *Bot. Sci.* **2021**, 1 (1), 487–498. <https://doi.org/10.17129/BOTSCI.2727>.
- (39) Tuárez García, D. A.; Erazo Solórzano, C. Y.; Macías Salazar, I. T.; Torres Navarrete, Y. G. Empleo de Mucílago de Cacao Como Inoculante En La Elaboración de Queso Semiduro. *Univ. Cienc. y Tecnol.* **2021**, 25 (109), 5–11. <https://doi.org/10.47460/uct.v25i109.441>.
- (40) Rica, U. D. C.; Villalobos, C.; Mesoamericana, A.; Rica, U. D. C.; Rica, C. Disponible En: [Http://Www.Redalyc.Org/Articulo.Oa?Id=43717109](http://Www.Redalyc.Org/Articulo.Oa?Id=43717109). **2006**.
- (41) Espinosa Lloréns, M. C.; Rodríguez, Y. L.; Hernández, X. Problemática de La Determinación de Especies Nitrogenadas (Nitrógeno Total y Amoniacal) En

Aguas Residuales. *Rev. CENIC. Ciencias Químicas* **2013**, *44*, 1–12.

- (42) Belizario Quispe, G.; Capacoila Coila, J.; Huaquisto Ramos, E.; Cornejo Olarte, D. A.; Chui Betancur, H. N. Determinación Del Contenido De Fósforo Y Arsénico, Y De Otros Metales Contaminantes De Las Aguas Superficiales Del Río Coata, Afluente Del Lago Titicaca, Perú. *Rev. Boliv. Química* **2019**, *36* (5), 223–228. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.36.5.4>.
- (43) Pera, J. A.; Ramirez, O. L.; Villamizar, A. R. Caracterización Físicoquímica de Materiales Regionales de Cacao Colombiano. *Biotechnol. en el Sect. Agropecu. y Agroindustrial* **2011**, *9* (1), 35–42.
- (44) Fabro, M. A.; Milanesio, H. V.; Robert, L. M.; Speranza, J. L.; Murphy, M.; Rodríguez, G.; Castañeda, R. Technical Note: Determination of Acidity in Whole Raw Milk: Comparison of Results Obtained by Two Different Analytical Methods. *J. Dairy Sci.* **2006**, *89* (3), 859–861. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72149-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72149-X).
- (45) Mendes Aroucha, E.; Vilson Alves, G.; De Lima, R. H.; Aroucha Santos, M.; Souza Sobreira, M. Determinación de La Acidez En Frutas y Hortalizas. **2010**, 1–4.
- (46) Moreno, S.; Morán, E.; Quijije, I.; Ochoa, D. Mucílago de Theobroma Cacao L. Como Base Para Un Bioantimicrobiano Mezclado Con Dos Ácidos Débiles: Alternativas Ecológicas. *Ecuadorian Sci. J.* **2021**, *5* (4), 98–108. <https://doi.org/10.46480/esj.5.4.173>.
- (47) Tosif, M. M.; Najda, A.; Bains, A.; Kaushik, R.; Dhull, S. B.; Chawla, P.; Walasek-Janusz, M. A Comprehensive Review on Plant-Derived Mucilage: Characterization, Functional Properties, Applications, and Its Utilization for Nanocarrier Fabrication. *Polymers (Basel)*. **2021**, *13* (7), 1–24. <https://doi.org/10.3390/polym13071066>.
- (48) Silvente, V. B. Artículo\_Vanesa20200305-56077-1omgwka-with-Cover-Page-V2. <https://doi.org/10.1344/reire2012.5.2527>.

## ANEXOS

### Anexo 1. Selección de plantas de cacao con más presencia de musgos (*Rigodium implexum*)



### Anexo 2. Recolección de mazorcas de cacao



**Anexo 3. Selección de mazorcas de cacao**



**Anexo 4. Pesado de mazorcas de cacao**





**Anexo 5.** Desvenado de cacao en recipiente limpio.



**Anexo 6.** Extracción de mucílago y semillas de cacao



### Anexo 7. Mucílago de cacao líquido



### Anexo 8. Medición de volumen de mucílago de cacao





**Anexo 9.** Fermentación de mucílago de cacao



**Anexo 10.** Rotulación de materiales de laboratorio



**Anexo 11. Determinación de acidez titulable**



**Anexo 12. Determinación de pH en mucílago de cacao**



**Anexo 13.** Elaboración y rotulado de disoluciones orgánicas



**Anexo 14.** Aplicación de disoluciones orgánicas en plantas de cacao



**Anexo 15.** Fundas plásticas de cacao para el recubrimiento en el área fumigada.



**Anexo 16.** Inspección de musgo eliminado

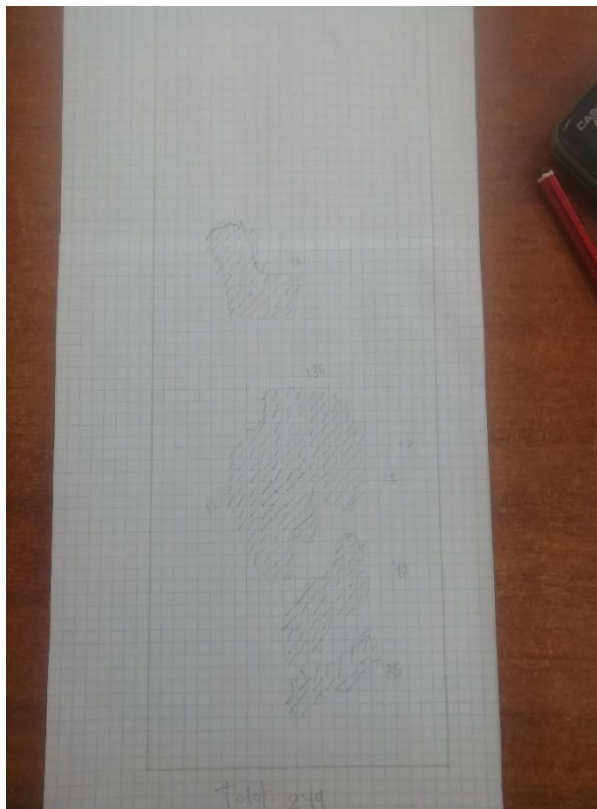




**Anexo 17.** Seleccionado de áreas de musgo muerto



**Anexo 18.** Cálculo de porcentaje de musgo muerto.



**Anexo 19. Resultados de análisis de laboratorio.**



CLIENTE	BENAVIDES ROGEL OMAR ALEXANDER	DCTO	58174
REMITENTE:	SR.OMAR BENAVIDES	FECHA MUESTREO:	22/08/2.022
PROPIEDAD	PROYECTO DE TITULACION	FECHA INGRESO:	22/08/2.022
LOCALIZACION	MACHALA - EL ORO	FECHA SALIDA :	29/08/2.022

**RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO**

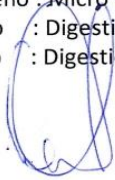
N° LAB	MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	gramos / litro		
			NITROGENO TOTAL	FOSFORO TOTAL	POTASIO TOTAL
4279	1	MUCILAGO 15% ACIDO.ACETICO 10%+H <sub>2</sub> O DESTILADA 75%	0,70	1,50	1,50
4280	2	MUCILAGO 40% ACIDO.ACETICO 10%+H <sub>2</sub> O DESTILADA 50%	1,10	1,00	1,50
4281	3	MUCILAGO 65% ACIDO.ACETICO 10%+H <sub>2</sub> O DESTILADA 25%	1,30	1,50	2,50
4282	4	MUCILAGO 90% ACIDO.ACETICO 10%	1,70	1,00	2,50

**Método Utilizado**

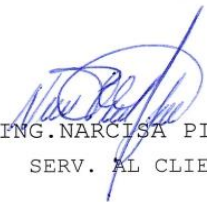
Nitrógeno : Micro Kjeldahl

Fosforo : Digestión Húmeda (UV)

Potasio : Digestión Húmeda (Absorción Atómica)

  
BIOQ. MARTHA MOREIRA  
ELABORADO



  
ENG. NARCISA PINTADO  
SERV. AL CLIENTE

" ESTOS RESULTADOS PUEDEN SER SUJETOS DE COMPARACION SIEMPRE Y CUANDO SE UTILICE LA MISMA METODOLOGÍA USADA EN ESTE LABORATORIO"

"Una Agricultura sostenida, amiga del Medio Ambiente, es nuestro compromiso con la Humanidad"

## Colaboradores en la investigación

Integrantes	Título y especialidad	Rol dentro del proyecto
Omar Alexander Benavides Rogel	Estudiante de Ing. Química	Tesista
Ximena Alexandra Gavilanes Heredia	Estudiante de Ing. Química	Tesista
Dr. Fredis Franco Pesantez	Dr. Químico Industrial	Tutor

## Recursos Disponibles

- Presupuesto del proyecto

Recursos disponibles				Presupuesto estimado
Ítem	Rubros	Disponibilidad en Institución	Cantidad	Precio total de referencia
<b>1. Servicios de edición, impresión, reproducción</b>				
1.1.	Proyecto Final	No	1 unidad	15,00
1.2.	Impresiones para la investigación	No	0	0,00
Subtotal				15,00
<b>2. Salidas de campo y de muestreo</b>				
2.1.	Toma de muestras físicas	No	12 unidades	0,00
2.2.	Toma de muestras químicas	No	12 unidades	0,00
Subtotal				0,00
<b>3. Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas.</b>				
	No aplica	No	0	0,00
Subtotal				0,00
<b>4. Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o pasantías de investigación.</b>				
	No aplica	No	0	0,00
Subtotal				0,00
<b>5. Pago de inscripciones a eventos académicos.</b>				
	No aplica	No	0	0,00
Subtotal				0,00
<b>6. Pago de publicaciones</b>				
	No aplica	No	0	0,00
Subtotal				0,00
<b>7. Pago de capacitación y/o formación continua.</b>				
	No aplica	No	0	0,00
Subtotal				0,00

<b>8. Servicios de análisis de laboratorio.</b>				
8.1	pH	Si	5 unidades	0,00
8.2	Acidez	Si	5 unidades	0,00
8.2	Fosforo total	No	4 unidades	27,8
8.4	Nitrógeno total	No	4 unidades	14,28
8.5	Potasio	No	4 unidades	14,28
Subtotal				56,36
<b>8. Reactivos e Insumos.</b>				
8.1	Agua destilada	No	2 galón	14,00
8.2	Alcohol	Si	1 litro	37,00
8.3	Ácido acético (vinagre blanco)	No	2 galones	10,00
8.4	Mucílago	No	10 galones	20,00
8.5	Solución Buffer	Si	1 unidad	10
8.6	Guantes de Látex	No	1 unidad	18,00
8.7	Mascarillas	No	1 caja	2,50
8.8	Marcadores permanentes	No	2 unidades	2,50
8.9	Fundas Plásticas	No	15 unidades	8,50
8.10	Recipientes dosificadores	No	5 unidades	25,00
8.11	Tableros	No	5 unidades	5,00
8.12	Envases de Polietileno	No	15 unidades	8,50
8.13	Probetas	Si	5 unidades	0,00
8.14	Vaso de precipitación de 1000ml	Si	3 unidades	0,00
8.15	Vaso de precipitación de 250ml	Si	9 unidades	0,00
8.16	Pipetas graduadas	Si	5 unidades	0,00
8.17	Frascos volumétricos	Si	5 unidades	0,00
8.18	Espátula	Si	2 unidades	0,00
8.19	Bureta	Si	1 unidad	0,00
Subtotal				161,00
<b>9. Materiales de oficina y/o de impresión</b>				
	No aplica	No	0	0,00
Subtotal				0,00
<b>10. Otros servicios</b>				
10.1	Movilización	No	2 personas	120,00
Subtotal				200,00
<b>11. Maquinaria y equipo</b>				
11.1	Bomba de mochila	Si	1 unidad	0,00
11.2	Balanza Analítica	Si	1	0,00



			unidad	
11.3	pH-metro	Si	1 unidad	0,00
11.4	Flexómetro	Si	1 unidad	0,00
Subtotal				0,00
<b>12. Equipo informático</b>				
12.1	Portátil personal	No	1	0,00
12.2	Celular personal	No	1	0,00
Subtotal				0,00
Total				352,36

## Cronograma

Cronograma de Actividades				
N° Actividad	Fecha estimada de Inicio	Fecha estimada de finalización	Recursos	Responsable
Realizar la búsqueda de artículos científicos para establecer el tema de investigación	10/11/2021	19/11/2021	Internet, repositorio digital de la UTMACH, Scielo, Sciences Direct.	Tesistas
Establecer el tema de investigación definitivo	20/11/2021	25/11/2021	Internet, repositorio digital de la UTMACH, Scielo, Sciences Direct.	Tesistas
Enunciar los objetivos tanto general como específicos del tema de investigación	26/11/2021	29/11/2021	Internet, repositorio digital de la UTMACH, Scielo, Sciences Direct.	Tesistas
Formular la problemática y justificación del trabajo de titulación mediante la redacción de los artículos ya investigados	30/11/2021	8/12/2021	Internet, repositorio digital de la UTMACH, Scielo, Sciences Direct.	Tesistas
Realizar el estado de arte	9/12/2021	15/12/2021	Internet, repositorio digital de la UTMACH, Sciences direct, Scielo	Tesistas
Establecer los posibles colaboradores en la investigación	16/12/2021	17/12/2021	Programa Word	Tesistas

Realizar la lista de los posibles recursos disponibles para la ejecución del trabajo de titulación	18/12/2021	20/12/2021	Internet, repositorio digital de la UTMACH	Tesistas
Realizar la búsqueda de artículos científicos para establecer el tema de investigación	21/12/2021	21/12/2021	Internet, repositorio digital de la UTMACH	Tesistas
Exposición del protocolo de investigación	5/1/2021	5/1/2022	Internet, repositorio digital de la UTMACH	Tesistas
Realizar el marco teórico mediante la redacción de artículos científicos e implementar los conceptos, ideas y definiciones con las respectivas citas bibliográficas	7/1/2022	28/1/2022	Internet, repositorio digital de la UTMACH Scielo, Sciences Direct	Tesistas
Realizar el diseño metodológico preliminar de la investigación	28/1/2022	9/2/2022	Internet, repositorio digital de la UTMACH, Scielo, Sciences Direct	Tesistas
Establecer los nombres de las personas que intervienen en la investigación	10/2/2022	10/2/2022	Programa Word	Tesistas
Realizar la lista de los recursos disponibles para la ejecución del trabajo de titulación	10/2/2022	10/2/2022	Internet, programa Excel	Tesistas
Realizar el cronograma de actividades que se ejecutarán en la investigación	11/2/2022	11/2/2022	Programa Excel	Tesistas
Acotar todas las bibliografías que se utilizaron para la realización del anteproyecto	12/2/2022	12/2/2022	Internet, programa Mendeley Desktop y Word	Tesista
Revisión y exposición del anteproyecto correspondiente a la tesis	14/02/2022	18/02/2022	Computadora portátil y diapositivas del anteproyecto	Tesistas

Selección de plantas de cacao con presencia de musgo ( <i>Rigodium implexum</i> )	22/05/2022	22/05/2022	Vestimenta adecuada para campo, cinta plástica roja y tijera.	Tesistas
Recolección de mazorcas de cacao	20/06/2022	20/06/2022	Camisa manga larga, pantalón jean, gorra y botas	Tesistas
Peso de mazorcas de cacao	20/06/2022	20/06/2022	Balanza de mostrador	Tesistas
Extracción de mucílago de cacao	20/06/2022	20/06/2022	Recipientes plásticos, tela convencional, machete corto, mazorcas frescas de cacao y colador.	Tesistas
Medición de volumen mucílago de cacao	21/06/2022	21/06/2022	Probeta volumétrica (1000ml)	Tesistas
Fermentación de mucílago de cacao	20/06/2022	03/07/2022	Balde plástico con tapa de 12 litros.	Tesistas
Determinación de acidez titulable	03/07/2022	03/07/2022	Reactivos como hidróxido de sodio, fenolftaleína y materiales de laboratorio; vasos de precipitación (250 ml, 500ml, 100ml), pipeta volumétrica (50ml), matraz Erlenmeyer (250ml), bureta (50ml), soporte universal y pinzas.	Tesistas
Elaboración de disoluciones orgánicas a base de mucílago y ácido acético	03/07/2022	03/07/2022	5 galones de agua destilada vacíos, vaso de precipitación (250ml), jarra plástica (2L), mucílago de cacao, ácido acético y agua destilada	Tesistas
Aplicación de herbicida orgánico en las plantas de cacao.	03/07/2022	03/07/2022	Atomizador, fundas plásticas de cacao, rotuladores, trozos pequeños de cuerda.	Tesistas
Control de efecto herbicida en plantas de cacao	19/07/2022	19/07/2022	Cámara fotográfica	Tesistas
Registro de áreas de musgo	27/07/2022	27/07/2022	Cámara fotográfica, fundas plásticas,	Tesistas

eliminado en ramas de cacao			tijera, marcador permanente azul.	
Cálculo de % de musgo muerto en ramas de cacao	28/07/2022	28/07/2022	Hojas a cuadros y fundas con áreas marcadas con marcador azul.	Tesistas
Interpretación de resultados	22/08/2022	26/08/2022	Computadora portátil, programa estadístico	Tesistas
Entrega final de proyecto de titulación	05/09/2022	09/09/2022	Computadora portátil	Tesistas