

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“EFECTO DEL FERMENTO DE CACAO EN MALEZAS DEL CULTIVO DE
Theobroma cacao EN TINGO MARÍA”**

Tesis

para optar el título de

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR

EDGARD ALEX, QUIROGA CAMPO

ASESOR:

MANUEL TITO VIERA HUIMAN

Tingo María - Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: fagro@unas.edu.pe.

**"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA
CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 009-2024-FA-UNAS

BACHILLER : EDGAR ALEX QUIROGA CAMPOS

TÍTULO : "EFECTO DEL FERMENTO DE CACAO EN MALEZAS DEL
CULTIVO DE *Theobroma Cacao* EN TINGO MARÍA"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : M.Sc. JOSÉ LUIS GIL BACILIO
VOCAL : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
VOCAL : Ing. OSCAR ESMAEL CABEZAS HUAYLLAS

ASESOR : Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 21/03/2024

HORA DE SUSTENTACIÓN : 09:20 A.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIVISUAL DE LA F.A

CALIFICATIVO : MUJ BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 21 DE MARZO DEL 2024

M.Sc. JOSÉ LUIS GIL BACILIO
PRESIDENTE

Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
VOCAL

Ing. OSCAR ESMAEL CABEZAS HUAYLLAS
VOCAL

Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN
ASESOR



“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 169 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Agronomía

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
“EFECTO DEL FERMENTO DE CACAO EN MALEZAS DEL CULTIVO DE Theobroma cacao EN TINGO MARÍA	EDGARD ALEX, QUIROGA CAMPO	19 % Diecinueve

Tingo María, 02 de junio de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomás Menacho Mallqui
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



“EFECTO DEL FERMENTO DE CACAO EN MALEZAS DEL CULTIVO DE

Theobroma cacao EN TINGO MARÍA”

Autor	: Edgard Alex Quiroga Campo
Asesor	: Ing. Manuel Tito Viera Huiman
Área de Investigación	: Ciencias Agrícolas
Línea de investigación	: Diagnóstico y control de plagas
Eje temático	: Control de malezas
Lugar de ejecución	: CIPTAL Tulumayo
Duración	: 06 meses
Financiamiento	: Propio

Tingo María – Perú, 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

VICERRECTOR DE INVESTIGACION
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

“Promoviendo la Calidad de la Investigación”

I. FORMATO PARA REGISTRAR EL PROYECTO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la selva

Facultad : Agronomía

Escuela profesional/ : Agronomía

Departamento Académico

Título de la tesis : EFECTO DEL FERMENTO DE CACAO EN MALEZAS DEL CULTIVO DE *Theobroma cacao* EN TINGO MARÍA.

Objetivo general : Determinar el efecto del extracto del mucilago de cacao como herbicida orgánico en el control de malezas mediante la aplicación de diferentes dosis

Autor de la tesis : Edgard Alex Quiroga Campo

DNI : 41623534

Correo electrónico : edgar.quiroga@unas.edu.pe

Asesor : Ing. Manuel Tito Viera Huiman

Área de investigación : Ciencias Agrícolas

Grupo de investigación : Plantas Agrícolas, Medicinales, Ornamentales y Florísticos

Línea de investigación : Diagnostico y Control de plagas

Lugar de ejecución : CIPTAL Tulumayo

Fecha inicio : Mayo

Fecha término : Ocutubre

Presupuesto : S/. 5 000,00

Financiamiento : Propio (X) FIF () Externo ()

Según: Resolución: N° 461-2023-R-UNAS y Resolución: N° 295-2023-R-UNAS

DEDICATORIA

A mis queridos padres:

Juan Manuel QUIROGA
FERNANDEZ (en la eternidad) y Julia
Ualdina CAMPO CRUZ, con eterna
gratitud de amor y cariño, quienes con
sus sabios consejos y su sacrificio
consagraron todo su esfuerzo para
culminar con éxito mi carrera
profesional.

A:

A MI QUERIDA ESPOSA MARTHA
SORIA DAVALOS Y MIS QUERIDOS
HIJOS JOSELYN NICOLE QUIROGA
GONZALES Y ALEXANDER ALEXEI
QUIROGA GONZALES, quienes son mi
motor y motivo para superarme cada día.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal que la conforman, por su apoyo y confianza, en especial a los docentes de la Facultad de Agronomía que contribuyeron en mi formación profesional.
- A los miembros del jurado de tesis: Blgo. Sc. José Luis Gil Basilio, presidente, Ing. Oscar Esmael Cabezas Huayllas e Ing. Carlos Miguel Miranda Armas miembros de jurado; por su revisión y aporte académico científico en el presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Manuel Tito Viera Huiman, asesor de la presente tesis, por su apoyo en el proyecto, ejecución y culminación.
- Al CIPTAL de Tulumayo por permitirme desarrollar la presente investigación de tesis en su parcela de cultivo de cacao.
- A los colaboradores anónimos, que en estos momentos los nombres escapan de mi memoria.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. El cultivo de cacao	3
2.1.1. Clasificación botánica del cacao	3
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	3
2.1.3. Diversidad genética del de cacao	3
2.1.4. Componentes del mucílago de cacao	4
2.2. De las malezas	4
2.2.1. Clasificación de las malezas	4
2.2.2. Impacto de las malezas en la agricultura	5
2.2.3. Métodos de control de malezas.....	6
2.3. De los herbicidas de origen natural.....	7
2.4. Antecedentes	7
III. MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1. Ubicación	9
3.1.1. Ubicación del campo experimental.....	9
3.1.2. Condiciones climáticas	9
3.2. Materiales.....	10
3.2.1. Materiales biológicos	10
3.2.2. Materiales de campo	10
3.2.3. Equipos de campo	10
3.3. Diseño estadístico	10
3.3.1. Componentes en estudio	10
3.3.2. Tratamientos en estudio	10
3.3.3. Diseño experimental	11
3.3.4. Modelo aditivo lineal	11
3.3.5. Características del campo experimental.....	12
3.4. Metodología	13
3.4.1. Elección del terreno	13
3.4.2. Trazado y distribución de parcelas	13
3.4.3. Recolección del mucílago de cacao	14
3.4.4. Preparación de tratamientos	14

3.4.5. Aplicación del mucílago de cacao	14
3.5. Variables a evaluar.....	¡Error! Marcador no definido.
3.5.1. Efecto de control.....	14
3.5.2. Altura de las malezas	15
3.5.3. Determinación del análisis económico	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1. Del efecto de control de malezas	16
4.1.1. Análisis estadístico ($\alpha=0,01$) (ANVA)	16
4.1.2. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$).....	16
4.1.3. Otras observaciones	20
4.2. Del incremento de altura de malezas	21
4.2.1. Análisis estadístico ($\alpha=0,01$) (ANVA)	21
4.2.2. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$).....	22
4.3. Del análisis económico	25
V. CONCLUSIONES.....	29
VI. PROPUESTAS A FUTURO	30
VII. REFERENCIAS	31
ANEXOS.....	35

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Condiciones climáticas durante el desarrollo de la investigación.....	9
2. Descripción de los tratamientos	11
3. Esquema de análisis de varianza.	11
4. Escala para la evaluación de daño al cultivo por efecto del herbicida.....	15
5. Análisis de variancia ($\alpha=0,01$) para el efecto de control de malezas en el cultivo de cacao a los siete días después de aplicación de las concentraciones de mucilago de cacao fermentado.	28
6. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$) del porcentaje de control de malezas en el cultivo de cacao a los siete días después de la aplicación de los tratamientos de mucilago de cacao fermentado.	17
7. Efecto del control de malezas en el cultivo de cacao de los tratamientos con concentraciones de mucilago de cacao fermentado registrados desde a los días 1, 7, 15, 30, 45, 60, 75 y 90 después de la aplicación.	20
8. Análisis de variancia ($\alpha=0,01$) para el incremento de altura malezas en el cultivo de cacao para los tratamientos testigo y concentraciones de mucilago de cacao fermentado.....	22
9. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$) del incremento de altura de malezas a los 90 días después de la aplicación de los tratamientos.	22
10. Análisis económico de los tratamientos en estudio.	27
11. Porcentaje de control de malezas a los siete días de la aplicación de los tratamientos por bloques.	36
12. Incremento de altura (cm) de las malezas por bloque de los tratamientos aplicados.	36

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Croquis experimental con ubicación de los tratamientos en estudio.	13
2. Porcentaje de control de malezas en el cultivo de cacao de los tratamientos testigo y de concentraciones de mucilago a los siete días después de su aplicación.	18
3. Efecto del control de malezas en el cultivo de cacao de los tratamientos aplicados que contenían mucilago de cacao, registrados desde a los días 1, 7, 15, 30, 45, 60, 75 y 90 después de la aplicación.	20
4. Incremento de altura de malezas en el cultivo de cacao (cm) de los tratamientos testigo y de concentraciones de mucilago a los 90 días después de su aplicación.	23
5. Altura de malezas en el cultivo de cacao (cm) de los tratamientos testigo y de concentraciones de mucilago en los días 1, 7, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 después de su aplicación.	39
6. Parcela de ejecución del estudio de investigación.	37
7. Demarcación de las parcelas para la aplicación de los tratamientos.....	37
8. Materiales e insumos para la aplicación de los tratamientos.	38
9. Preparación de las dosis de mucilago de cacao fermentado.	38
10. Aplicación de los tratamientos.	39
11. Unidad de evaluación.	39

RESUMEN

Se realizó esta investigación en CIPTALD - Tulumayo este se encuentra en una parcela de cacao de 760 m² con la intención de determinar el efecto del mucílago de cacao como herbicida orgánico en el control de las malas malezas de los cultivos de cacao. Se usaron seis concentraciones de mucílago de cacao fermentado (100 %, 90 %, 80 %, 70 %, 60 %, 50 %) utilizando una parcela de Testigo con un corte manual para comparar el crecimiento de malezas. Con cuatro repeticiones, se creó un diseño de bloque completamente al azar. Los resultados se sometieron al análisis de varianza y prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$). Se probaron varios aspectos del tratamiento de control de malezas (de acuerdo con el estilo gráfico de ALAM), la altura de las malas hierbas (cm) a 1, 7, 15, 45, 75 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos usados y el análisis económico. El T₇ (100 % de mucílago de cacao fermentado) tuvo el efecto de control de malezas más alto siete días después de la aplicación, con 64,3 %, una diferencia estadísticamente significativa en relación con otros medicamentos. Además, se descubrió que era el más rentable, con un precio de S/. 13,6 en comparación con otras concentraciones por día de control. Los extractos de mucílago de cacao fermentado (T₂, T₃, T₄, T₅, T₆, T₇) todos redujeron el aumento en la altura de las malas hierbas en un promedio de 15,46 % en comparación con el tratamiento Testigo (T₁).

Palabras claves: Mucílago de cacao, herbicida orgánico, control de malezas, *Theobroma cacao*.

ABSTRACT

This research was conducted at CIPTALD - Tulumayo, in a 760 m² cocoa plot, with the aim of determining the effect of cocoa mucilage as an organic herbicide for weed control in cocoa crops. Six concentrations of fermented cocoa mucilage were used (100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%), along with a control plot (manual cutting) to compare weed growth. A completely randomized block design with four replications was established. The results were analyzed using ANOVA and Duncan's test ($\alpha = 0,05$). Various aspects of weed control treatments were evaluated (according to the ALAM graphical style), including weed height (cm) at 1, 7, 15, 45, 75, and 90 days after treatment application, as well as an economic analysis. Treatment T₇ (100% fermented cocoa mucilage) had the highest weed control effect seven days after application, with 64,3 %, showing a statistically significant difference compared to the other treatments. Additionally, it was the most cost-effective, with a control cost of S/. 13,6 per day compared to the other concentrations. The fermented cocoa mucilage extracts (T₂, T₃, T₄, T₅, T₆, T₇) all reduced the increase in weed height by an average of 15,46 % compared to the control treatment (T₁).

Keywords: cocoa mucilage, organic herbicide, weed control, *Theobroma cacao*.

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura moderna es una actividad en permanente evolución y transformación que busca obtener altos rendimientos utilizando nuevas estrategias para disminuir costos de producción y las repercusiones en el medio ambiente (Heiser, 1990); donde las malezas constituyen un factor muy importante ya que compite por espacio, luz y nutrientes con el cultivo principal reduciendo significativamente la producción agrícola en nuestra Amazonía.

Por lo tanto, la agricultura moderna debe dar importancia y priorizar la investigación en la generación de tecnologías sostenibles para el ambiente, generar metodologías de cultivo menos contaminantes para conservar los recursos naturales. Dentro del manejo de un cultivo la gran dificultad para lograr una agricultura sostenible es el control de malezas, debido a los grandes volúmenes de herbicida que se utilizan. No obstante, los rendimientos aumentan debido al uso de agroquímicos, aunque también incrementa los costos de producción.

En la extracción del fruto de cacao, únicamente las semillas son aprovechadas con fines económicos, representando apenas el 10 % del peso del fruto fresco. Por su parte, la testa equivale al 12,5 % del peso del grano seco (Moulay et al., 2006). Como subproductos del procesamiento del cacao se generan residuos como la cáscara, la testa y el mucílago; estos dos últimos provienen del proceso de fermentación (Rodríguez, 2006). Sin embargo, dichos residuos son comúnmente desaprovechados por los productores, en especial el mucílago de cacao, el cual posee un potencial importante como insumo natural para el manejo de malezas.

Por lo tanto, este proyecto de investigación contempla proporcionar a los productores una alternativa en el control de malezas, empleando un herbicida natural derivado del mucílago del cacao, un recurso constante para los productores cacaoteros.

Por otro lado, la tendencia ecológica global, preocupada por la contaminación del suelo causada por compuestos químicos de origen sintético, impulsa el uso de insumos naturales, los cuales resultan más adecuados para una agricultura sostenible, priorizando tanto la salud del agricultor como la del consumidor.

Considerando esta situación, se desarrolló el presente estudio, estableciendo como objetivos los que se detallan a continuación:

Objetivo general:

- a. Determinar el efecto del extracto del mucilago de cacao como herbicida orgánico en el control de malezas mediante la aplicación de diferentes dosis.

Objetivos específicos:

1. Analizar los efectos de la aplicación de las diferentes dosis de concentrado del extracto del mucilago de cacao en las malezas.
2. Describir el incremento de altura de las malezas bajo la aplicación del extracto del mucilago de cacao.
3. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El cultivo de cacao

2.1.1. Clasificación botánica del cacao

El cultivo de *Theobroma cacao* (cacao) es una especie que resalta en la región del trópico por su aporte a nivel económico y social. En cuanto a su ubicación taxonómica, ha sido una discusión de varios años, debido a la variabilidad genética, y diversidad de color, forma y dimensiones de las partes del cacao. Finalmente trascendió que el cacao comercial forma parte de una sola especie, *T. cacao*, formando tres grupos genéticos los forasteros, criollos amazónicos y trinitarios (INIAP, 2003).

2.1.2. Clasificación taxonómica

Palencia y Mejía (2000), clasifican al cacao a continuación:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Malvales
Familia	:	Esterceciaceae
Género	:	<i>Theobroma</i>
Especie	:	<i>cacao</i>
Nombre científico	:	<i>Theobroma cacao</i> L.

2.1.3. Diversidad genética del de cacao

Esta especie cuenta con tres grupos genéticos de cacao:

- Criollo o nativo.
- Forastero.
- Los híbridos.

Los híbridos se agrupan en cacaos trinitarios, cuya característica en cuanto a la morfología de la planta es robusta como cacao forastero sin embargo posee el delicado sabor del cacao crio. Así mismo a este grupo pertenece el clon CCN-51, que ocupa grandes áreas en el Ecuador por tener rendimientos altos, casi seis veces mayor a otros clones cultivados en ese país y cuadruplica la producción de otras variedades a nivel mundial. Un proceso optimizado de fermentación del cacao conduce a obtener una manteca de cacao de alta calidad, con mayor rendimiento y contenido de grasa adecuado para su extracción. (UTEPI, 2007).

El *T. cacao* es una planta de dimensiones medianas, de 5 - 8 m; sin embargo, en algunos casos puede alcanzar hasta 20 m de altura. Su raíz es de tipo pivotante y produce una gran cantidad de raíces secundaria situadas superficialmente, sus hojas son simples enteras de distintos tonos de verde, con flores en racimo, la mazorca se desarrolla en racimos pequeños que tienen forma de esférica a elíptica y alargada según la variedad, la textura del fruto puede ser áspera a suave, de colores desde naranja, morado y amarillo en la madurez y su semilla es recubierta por un mucílago que es una pulpa generalmente acida, es posible obtener hasta 50 semillas aferradas a una estructura central denominada placenta.

2.1.4. Componentes del mucílago de cacao

De acuerdo con Abarca (2010), el mucílago presenta una composición química conformada por 8,3 % de cenizas, contiene 47,71 % de extracto libre de nitrógeno, 1,5 % de proteína cruda, 2,38 % de grasa cruda y 23,15 % de fibra cruda. Schwann et al. (1995) lo describe como un sustrato propicio para el crecimiento microbiano, debido a su contenido aproximado de azúcares (14 %-15 %), de los cuales el 39 % corresponde a una mezcla de glucosa y fructosa y el 60 % a sacarosa. además, contiene entre 2 % y 3 % de pectinas, 1 % - 3 % de ácido cítrico, alrededor del 1 % de sales minerales y entre 80 % y 90 % de agua.

2.2. De las malezas

Las malezas son un componente para tomar en cuenta en todo esquema de producción agrícola. Estas se encuentran distribuidas en diversas superficies causando daños distintos; por ejemplo, áreas de cultivo, canales de riego, campos naturales, viveros, bosques, caminos, etc. Siendo relevante las pérdidas económicas incrementando los costos en su control para el caso de las superficies de cultivos, dada su importancia por ser competidoras de nutrientes, agua, luz y espacio. Podemos indicar que en estos lugares dificultan las actividades de cosecha, reduciendo la calidad de la cosecha y aumentando su precio dada la inversión que se debe hacer para el manejo y control, generándole problemas no solo al productor sino también indirectamente al consumidor. Sumado a esto la estrategia de control más generalizada que es uso de herbicidas genera impactos en el medio ambiente por lo que también son de interés general.

2.2.1. Clasificación de las malezas

Se puede agrupar a las malezas de diferentes maneras, lo cual va a depender de la inclinación u objetivo específico planteado de las personas en un debido momento (Villarias, 1992).

a. Por su forma de crecimiento

- Erectas: Malezas cuyos tallos crecen de forma perpendicular al suelo. Un ejemplo es el *Hyptis suaveolens* (mastranto).
- Rastreras: Malezas que se desarrollan extendidas sobre la superficie del suelo, y cuyos tallos producen raíces en los nudos. Por ejemplo, la “paja bermuda”, “pelo de indio” o *Cynodon dactylon* (también conocida como “paja guzmán”).
- Trepadoras: Malezas que tienen la capacidad de enroscarse en otras plantas, con crecimiento voluble, como la *Ipomoea tiliacea* (atatilla), *Rhynchosia mínima* (bejuquillo) y *Mucuna pruriens* (picapica).

b. Por familias

- Gramíneas: Tienen un tallo vacío y redondo, los paneles alternativos en forma de las hojas y las costillas centrales, las flores crecen en el palo, con un cáliz y una corola, así como frutas tipo aquenias, podemos encontrar la caminadora, liendre de puerco, paja de mono y rabo de zorro.
- Cyperáceas: Herbáceas cuyas hojas bases se distribuyen en tres lados; la inflorescencia presenta brácteas y los tallos vacíos tienen forma de triangulo, sin entrenudos ni nudos. Ejemplos incluyen el ajillo y. la barba de indio
- Commelináceas: Tienen tallos estoloníferos, pequeños y postrados, como la suelda con suelda y la piñita.
- Hojas anchas: Grupo que incluye plantas con tallos lechosos ramificados, hojas de tipo compuesto y de lámina ancha, como las que presentan especies como palo de agua, verdolaga y chilinchil (Villarias, 1992).

c. Por su ciclo de vida

En este grupo de encuentran las malezas clasificadas de acuerdo con su duración de vida, de esta manera tenemos plantas anuales, bianuales y perennes, y en algunos casos existen plantas semi perenes (Villarias, 1992).

2.2.2. Impacto de las malezas en la agricultura

Afectan a los cultivos principalmente al competir por recursos esenciales como agua, luz, nutrientes, espacio y dióxido de carbono; así mismo algunas causan interferencia por alelopatía, que se refiere a la liberación de compuestos químicos que evitan el normal desarrollo de los cultivos (García y Fernández, 1991). La referencia estima que debido a la competencia pueden reducir la producción de los cultivos en un 40 - 60 %, así mismo causan daños de manera indirecta sirviendo de hospederos de nematodos, patógenos e insectos que se convierten en plagas afectando el cultivo, también obstruyen canales de riego, y dificultan las actividades

agrícolas, y por la forma de control con el uso de herbicidas afectan la salud humana (Cerna, 1994).

2.2.3. Métodos de control de malezas

Alstrom (1990) señala distintas técnicas a fin de eliminar malezas y disminuir su infestación a niveles manejables, entre los cuales se incluyen los siguientes.

a. Métodos preventivos: se trata de procedimientos destinados a establecer una cuarentena y prevenir la introducción de malezas exóticas en un país o región específica.

b. Métodos físicos: implica acciones directas como el deshierbe manual, uso de azada para escarda, corte con machete y otras labores culturales.

c. Métodos culturales: estos métodos forman parte del manejo cultural e incluyen prácticas como la alternancia de cultivos y la implementación de variedades con alta capacidad de competencia, espaciado adecuado, cultivos intercalados y la instalación de cobertura vegetal. Para lograr eficiencia y rentabilidad, este enfoque debe combinarse con otras técnicas, tales como el empleo de semillas de calidad garantizada, una adecuada gestión del suelo, control del agua mediante inundación y riego adecuado, selección de cultivos y variedades adaptadas, fechas de siembra apropiadas, aplicación de fertilizantes y estimulantes, cultivo mixto o policultivo, control del pastoreo y siembra intercalada.

d. Control químico: uso de sustancias químicas causan la destrucción de las malezas (herbicidas). Guadalupe (1993), indica que este método cuenta con ventajas relativas como los de abaratar los costos, ya que disminuyen la mano de obra, en un tiempo corto se abarcan grandes áreas, y desempeñan un buen control de las malezas.

e. Control biológico: se basa en la utilización de organismos benéficos para el control biológico. Según Medrano (1996), este método implica la inoculación de dichos agentes, cuyo éxito depende de su capacidad para multiplicarse y alcanzar una población crítica. Por lo general, se liberan pocos individuos en los sitios afectados, y el control efectivo puede provocar cambios significativos en la vegetación, transformando áreas dominadas por una maleza única en ecosistemas con una mayor diversidad de plantas nativas.

Además, se emplean otras técnicas alternativas como la solarización del suelo pese a los distintos métodos que se pueden emplear dentro de un sistema agrícola de producción, los cuales son empleados principalmente por pequeños productores, en los países desarrollados se ha priorizado el control químico para disminuir las malas hierbas en los cultivos.

2.3. De los herbicidas de origen natural

Son sustancias o compuestos de origen orgánico, presentan propiedades fitotóxicas que interfieren en los procesos fisiológicos y metabólicos de especies no deseadas, logrando su eliminación o inhibición prolongada (Anzolone, 2007; García y Fernández, 1991; Gombes, 1993). Con la incorporación de micoherbicidas, también se consideran sustancias biológicas además de químicas (Gombes, 1993). El uso excesivo e incorrecto de herbicidas ha provocado desequilibrios ecológicos y aumentado los costos del cultivo (Labrada et al., 2007). Por ello, la alelopatía ha cobrado importancia en la investigación agrícola como una opción para el manejo de plagas, especialmente malas hierbas en cultivos. La alelopatía se refiere a los procesos mediante los cuales ciertas plantas producen sustancias naturales que alteran el crecimiento normal de otras plantas (Khanh et al., 2005).

Las sustancias alelopáticas pueden permanecer en el suelo y afectar tanto a plantas cercanas como a cultivos posteriores. Aunque son más biodegradables que los herbicidas convencionales, pueden impactar especies no deseadas, por lo que es necesario realizar estudios previo a su aplicación generalizada (Singh et al., 2003). Se investigan productos alternativos y herbicidas naturales, entre ellos ácido acético, ácido cítrico, aceite de clavo y aceite de pino, que generalmente actúan por contacto (Arce, 2001; Johnson y Mullinix, 2008; Martínez et al., 2015; Young, 2004)

2.4. Antecedentes

Noroña (2018) llevó a cabo una investigación en Ecuador que constaba de la determinación de la fitotoxicidad del mucílago de la semilla de cacao CCN-51 sobre las malezas en el cultivo, donde se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Se logró tener 100 % de control con el tratamiento más efectivo que costaba del 100 % de mucílago de cacao en *Cuphea carthagenensis* y *Lindernia crustacea*, del 96,98 % en *Cyperus odoratus* y del 70,98 % en *Eleusine*. Asimismo, al diluir un litro de mucílago en igual volumen de agua, se alcanzó un control del 100 % en *C. carthagenensis* y *L. crustacea*, y del 80,81 % en *C. odoratus*. El análisis físico-químico del mucílago evidenció que se trata de un líquido turbio, con un contenido de sólidos totales del 8,6 %, 13,4 mg de fósforo total, 2,03 % de cenizas, 4,02 % de acidez, 2,24 % de carbono orgánico, un pH de 3,76 y una densidad de 1,16.

Hipo (2017), en su investigación desarrollada en Ambato, Ecuador, evaluó las propiedades físico-químicas y la efectividad del mucílago de cacao junto al biol de folios como herbicidas orgánicos aplicados sobre malezas en estado de postemergencia a los 30 días. Se recopiló datos relacionados a la proporción de cobertura, altura, y el manejo por especie,

identificándose 28 especies distribuidas en 15 familias botánicas, además del porcentaje de control de mortalidad. Los factores evaluados incluyeron: a) tipo de herbicida (H_1 = mucílago de cacao puro y H_2 = mezcla de mucílago de cacao con biol de folios en proporción 50/50), b) dosis de aplicación (100 % y 50 %), y c) frecuencia de aplicación (A_1 = a los 0 días y A_2 = a los 0 y 8 días).

Carrera (2016) señala que el mucílago de cacao tiene efectos inhibitorios sobre el desarrollo de las malezas. En el estudio, el tratamiento T_1 (100 % de mucílago) destacó significativamente en tres indicadores clave: reducción del crecimiento de maleza, un aumento en el número de hojas y un mayor número de flores, lo que se tradujo en una mejor relación beneficio/costo. No obstante, el tratamiento control (T_4) registró un crecimiento promedio de maleza un 168,13 % superior al de T_1 ; asimismo, presentó un número de flores 1 137 % mayor y un incremento del 97 % en el número promedio de hojas. A pesar de estos resultados, el T_1 alcanzó una relación beneficio/costo de 1,98 lo que respalda la viabilidad del mucílago como una alternativa orgánica eficaz con beneficios tanto económicos como ambientales

Trillo (2011), en un estudio realizado en Satipo bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con tres repeticiones y tres tratamientos, evaluó la eficacia del mucílago de cacao como controlador de malezas. La aplicación del mucílago al 100 % logró un control del 61,59 %; mientras que su combinación con cloruro de sodio (con un contenido de 24 % de sodio) incrementó el control hasta el 76,84 %. Las especies de malezas más comunes en el área experimental pertenecían a la familia Poaceae, destacándose *Echinochloa colona* (arrocillo), *Eleusine indica* (pata de gallina), *Paspalum conjugatum* (horquetilla), *Digitaria sanguinalis* (pendejuelo) y *Rottboellia cochinchinensis* (caminadora). Por otro lado, no se encontraron evidencias concluyentes de que el mucílago altere las propiedades químicas del suelo. En cuanto a la actividad microbiana, el tratamiento control registró una liberación de 9,42 ml/g de dióxido de carbono (CO_2), lo cual refleja un nivel representativo de actividad biológica en el suelo

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

3.1.1. Ubicación del campo experimental

La investigación se instaló en las parcelas del CIPTAL-Tulumayo, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, situado en el distrito de Aucayacu, provincia de Leoncio Prado, en la región Huánuco. La ubicación geográfica del área experimental corresponde a las siguientes coordenadas:

Latitud Sur : 09° 45' 09''
Longitud Oeste : 75° 57' 00''
Altitud : 660 msnm.

3.1.2. Condiciones climáticas

La ciudad de Tingo María, localizada en la provincia de Leoncio Prado, presenta una temperatura media anual de 24,40 °C, una humedad relativa promedio del 86 % y una precipitación pluvial anual acumulada de 3 328 mm.

El estudio se llevó a cabo durante el periodo de mayo a septiembre registrándose temperaturas máximas de 32 ,4 - 30 ,1 °C y temperaturas mínimas que oscilan entre 26 ,6 - 24 ,8 °C. Así mismo la mayor precipitación fue durante mayo y junio con 127 ,1 mm y 173 ,1 mm respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Condiciones climáticas durante el desarrollo de la investigación.

Meses	Temperatura (°C)			H.R %	Precipitación (mm)	Horas sol
	Máxima	Mínima	Media			
Mayo	30 ,2	20 ,1	25 ,1	84	127 ,1	187 ,7
Junio	30 ,1	19 ,7	24 ,8	84	173 ,1	192 ,3
Julio	31 ,1	19 ,8	25 ,4	83	50 ,8	217
Agosto	32 ,4	20 ,1	26 ,2	80	43 ,5	197
Setiembre	32 ,0	21 ,5	26 ,6	82	41 ,5	199

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones, Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María (2020)

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales biológicos

- Malezas del cultivo de cacao.
- Mucílago de 100 mazorcas maduras de cacao del clon CCN-51.

3.2.2. Materiales de campo

- Cinta de rafia de 200 m de longitud
- Cinco baldes con capacidad de 50 litros cada uno
- Wincha métrica
- 50 estacas de madera de 2 metros de altura
- Letreros de triplay de 0,30 x 0,30 metro
- 50 bolsas plásticas y costales de polipropileno.
- Dos bidones de 200 L.
- Machete

3.2.3. Equipos de campo

- Mochila fumigadora Jacto 20 L y cámara digital.

3.3. Diseño estadístico

3.3.1. Componentes en estudio

a. Variable dependiente

- Efecto en el control de malezas (%)
- Altura de maleza (cm)
- Análisis económico

b. Variable independiente

- Control manual
- Concentraciones de mucilago de cacao fermentado (100 %, 90 %, 80 %, 70 %, 60 % y 50 %).

c. Agente biológico

- a. Malezas en el cultivo de cacao

3.3.2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos se detallan a continuación en la Tabla 2:

Tabla 2. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Clave	Descripción
T ₁	Testigo	Corte Manual
T ₂	50 % MC	50 % de fermento de mucílago de cacao + 50 % agua
T ₃	60 % MC	60 % de fermento de mucílago de cacao + 40 % agua
T ₄	70 % MC	70 % de fermento de mucílago de cacao + 30 % agua
T ₅	80 % MC	80 % de fermento de mucílago de cacao + 20 % agua
T ₆	90 % MC	90 % de fermento de mucílago de cacao + 10 % agua
T ₇	100 % MC	100 % de fermento de mucílago de cacao

3.3.3. Diseño experimental

En este estudio se usó un Diseño de Bloques Completamente Aleatorio (DBCA). Los tratamientos se efectuaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y, posteriormente, se aplicó el análisis de comparación múltiple de Duncan, considerando el nivel de significancia de 5 % ($\alpha = 0,05$).

Tabla 3. Esquema de análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	06
Bloques	03
Error experimental	18
Total	27

3.3.4. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Respuesta obtenida de la i - ésimo tratamiento en el j - ésimo bloque.

μ = Efecto de la media general.

- t_i = Efecto de la i -ésimo tratamiento.
 β_j = Efecto del j -ésimo bloque.
 I_{ij} = Efecto aleatorio del error exp. de cada unidad experimental correspondiente al j -ésimo bloque del i -ésimo tratamiento.

Para:

- i = 1, ..., 7 Tratamientos.
 j = 1, ..., 4 Bloques.

3.3.5. Características del campo experimental

a. Dimensión del campo

- Largo del campo 42,0 m.
- Ancho del campo 18,0 m.
- Área total del experimento 756,0 m²

b. Bloques

- Número de bloque 4,0
- Largo de bloque 42,0 m.
- Ancho de bloque 4,5 m.
- Área de bloques 189,0 m².

c. Parcelas

- Número total de parcelas 28
- Número de parcelas por bloque 7
- Largo de cada parcela 6,0 m.
- Ancho de cada parcela 4,5 m.
- Área total de cada parcela 27,0 m²
- Área neta de la parcela 1,0 m²

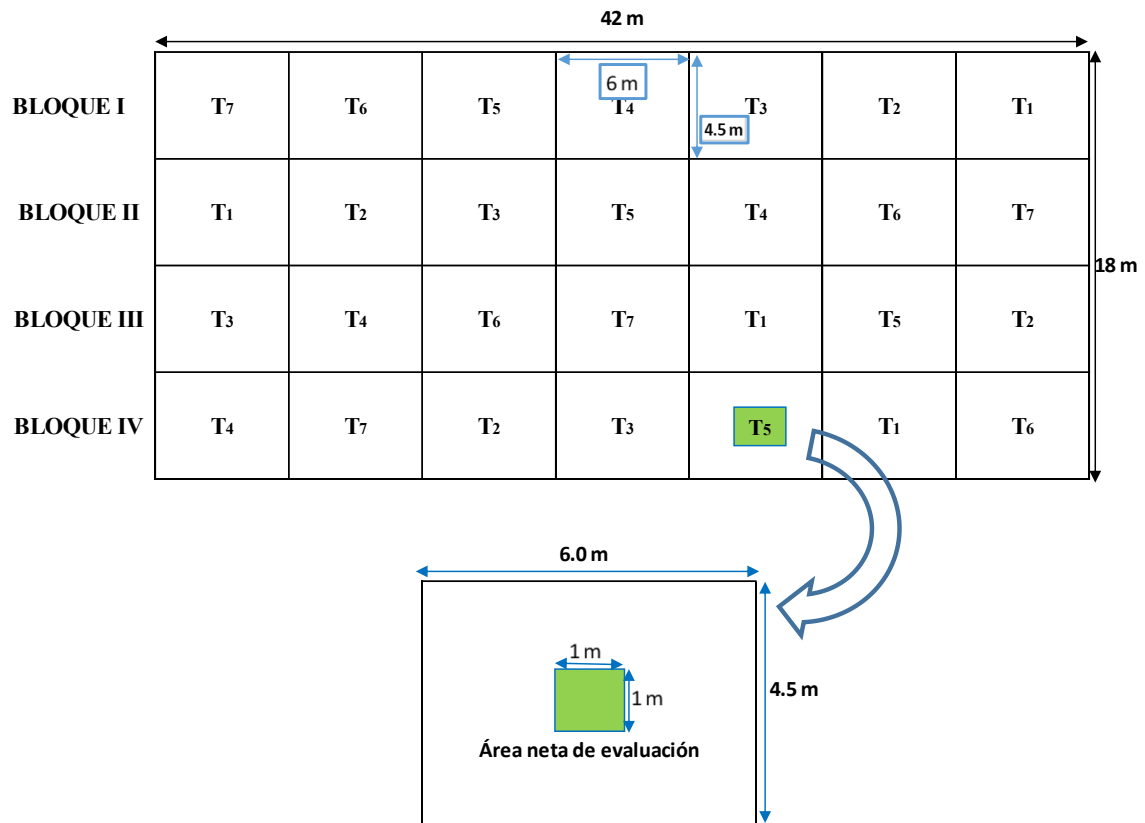


Figura 1. Croquis experimental con ubicación de los tratamientos en estudio.

3.4. Metodología

3.4.1. Elección del terreno

Se llevó a cabo una inspección de las parcelas del CIPTALD-Tulumayo, seleccionándose el sector con mayor presencia e incidencia de malezas para la instalación del experimento. Después de delimitar el área experimental, se realizó la estimación del porcentaje de cobertura de malezas e identificar sus características mediante el “método visual del m²”. Este método consiste en el conteo del número de malezas, su tipo (de hoja ancha o angosta), tamaño, entre otras variables, utilizando una cinta métrica. Con esta información, se calculó el tamaño promedio de las malezas presentes. Posteriormente, se realizó la segmentación de estas a una altura de 15 cm.

3.4.2. Trazado y distribución de parcelas

Para el trazado y distribución de los tratamientos se utilizó el método del triángulo notable con lados de 3, 4 y 5 unidades, utilizando materiales como rafia, wincha y estacas. De esta manera, se delimitaron las parcelas conformando cuatro bloques, cada uno con siete

parcelas. Seguidamente, se asignaron los indicadores correspondientes a cada tratamiento, según el diseño experimental establecido.

3.4.3. Recolección del mucílago de cacao

El fermento de cacao se obtuvo de la Cooperativa Agroindustrial Cacao Alto Huallaga (CAICAH) que tiene instalaciones adecuadas, para la fermentación del cacao en baba y dando como un sub producto residual al fermento de cacao. La obtención del fermento de cacao fue programada en concordancia al corte de homogenización de malas hierbas en el campo experimental, la extracción del mucílago de cacao se llevó a cabo en recipientes de polietileno (galón de 50 L).

3.4.4. Preparación de tratamientos

Con respecto a los tratamientos de mucílago de cacao, se diluyó según las concentraciones descritas de los tratamientos en estudio (Tabla 2).

3.4.5. Aplicación del mucílago de cacao

Los tratamientos fueron aplicados 30 días después del corte de homogenización de las malezas, a las 11:00 a. m., utilizando una mochila fumigadora Jacto. La pulverización se realizó de manera uniforme sobre las malezas, asegurando la misma intensidad en todos los tratamientos evaluados.

3.5. Variables por evaluar

3.5.1. Efecto de control

La eficacia de los tratamientos fue evaluada mediante estimaciones visuales, empleando una escala porcentual que va de 0 a 100 %. En esta escala, un valor de 0 % representa la ausencia total de efecto sobre la maleza, mientras que un 100 % indica necrosis completa de la planta. Las mediciones se llevaron a cabo a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días posteriores a la aplicación de los tratamientos. Para lo cual, se aplicó el método visual comparativo, siguiendo los lineamientos propuestos por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM), según lo citado por Anzalone y Silva (2010), conforme a lo detallado en la Tabla 3.

Tabla 4. Escala para la evaluación de daño al cultivo por efecto del herbicida.

Índice	Denominación	Descripción del daño
0	Ningún daño	No se observó efecto ni apariencia diferente al testigo
10		Clorosis ligera y retraso en el crecimiento
20		Leve clorosis y retardo en el crecimiento.
30	Daño leve	Clorosis severa, presencia de manchas necróticas y deformaciones.
40		Clorosis intensa, necrosis marcada y malformaciones acentuadas
50		Los síntomas son más marcados; el cultivo se recupera, lo hace con dificultad
60	Daño moderado	La fitotoxicidad se manifiesta; el cultivo por lo general no desarrolla bien
70		Daños graves en el cultivo, con pérdida significativa de plantas
80	Daño severo	alta mortalidad de las plantas, con pocas que consiguen sobrevivir
90		Casi la totalidad de las plantas mueren
100		Muerte total

Fuente: Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) citado por Anzalone y Silva (2010).

3.5.2. Altura de las malezas

se registró en un área de 1 m² ubicada en la parcela útil correspondiente a cada tratamiento se empleó una cinta métrica para medir la distancia desde la base del tallo hasta el ápice foliar. Las evaluaciones se realizaron a los 15, 30, 45, 60, 90, 105 y 120 días después de aplicar los tratamientos.

3.5.3. Determinación del análisis económico

Se estimaron dos jornales por hectárea para la aplicación de herbicidas. para calcular los costos de producción de los tratamientos evaluados, se consideraron únicamente los días con control efectivo, según la escala empleada, con el fin de determinar el efecto residual. finalmente, el costo de cada tratamiento se calculó siguiendo a helfgott (1980), dividiendo el costo total (que incluye el costo de los productos y los jornales de aplicación) entre el número de días en los que se mantuvo un buen control, obteniendo así el costo diario por hectárea del tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Del efecto de control de malezas

4.1.1. Análisis estadístico ($\alpha=0,01$) (ANVA)

Con base en los resultados obtenidos, se efectuó un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha = 0,01$ para evaluar el efecto del control de malezas a los siete días después de aplicar los tratamientos en el cultivo de cacao. La prueba F del ANOVA no reveló diferencias estadísticamente significativas entre los bloques (Tabla 4), lo que indica que las condiciones del campo fueron homogéneas y no influyeron en el control de malezas. En contraste, se observaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, lo que sugiere que al menos uno de ellos, incluyendo el testigo y las distintas concentraciones de mucílago de cacao, presentó un efecto de control distinto en comparación con los demás (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de variancia ($\alpha= 0,01$) para el efecto de control de malezas en el cultivo de cacao a los siete días después de aplicación de las concentraciones de mucilago de cacao fermentado.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios		F tab.
		Control de malezas		
Bloques	3	0,207	NS	5,09
Tratamientos	7	657,255	AS	4,01
Error experimental	16	0,288		
Total	27			

CV (%): 4,15

NS: No tiene significación estadística

AS: Significación estadística al 1 % de probabilidad.

El coeficiente de variabilidad calculado fue de 4,15 %, lo cual, según Calzada (1986), refleja una alta uniformidad y estabilidad en la respuesta de las unidades experimentales dentro de cada tratamiento.

4.1.2. Prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$)

Debido a las diferencias estadísticas significativas encontradas en el ANVA para los tratamientos (Tabla 5) en cuanto al efecto sobre el control de malezas, se aplicó la prueba

de Duncan con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$. Esta prueba reveló que el tratamiento T7 (100 % mucilago de cacao) presentó diferencias significativas respecto a los demás tratamientos, destacándose con un control de malezas del 64,3 %, superior al resto de tratamientos (Tabla 6). Estos resultados se contrastan con los de Urgilés (2018) quien obtuvo un control de malezas del 21,97 % y Pérez *et al.* (2019) que lograron una efectividad del 19,67 % con la aplicación de mucilago de cacao fermentado puro, que para este caso se vio mejorada con una segunda aplicación incrementándose al 36 %. Sin embargo estos resultados no se igualan a los obtenidos por Trillo (2011) e Hipo (2017), que obtuvieron 77,33 % y 81,42 % de control de malezas a los siete días de aplicación de mucilago de cacao fermentado puro, estas diferencias podrían deberse a la dosis aplicada de los tratamientos por área, ya que Hipo (2017) utilizó 1 L de mucilago/2,25 m², y para el estudio de Urgilés (2018) se empleó 1 L de mucilago/60 m², mientras que para este trabajo de investigación se utilizó 1 L de mucilago/13,5 m².

Tabla 6. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$) del porcentaje de control de malezas en el cultivo de cacao a los siete días posteriores a la aplicación de los tratamientos con mucilago de cacao fermentado.

Tratamientos	A los 7 días de la aplicación	
	Porcentaje de control de malezas	Sig.
T ₇ (100 % mucilago)	64,3	a
T ₆ (90 % mucilago + 10 % agua)	45,4	b
T ₅ (80 % mucilago + 20 % agua)	26,7	c
T ₄ (70 % mucilago + 30 % agua)	11,5	d
T ₃ (60 % mucilago + 40 % agua)	6,5	e
T ₂ (50 % mucilago + 50 % agua)	2,1	f
T ₁ (Corte manual)	0,0	f

Seguidamente en los tratamientos T₆ (90 % MC), T₅ (80 % MC), T₄ (70 % MC) y T₃ (60 % MC) se encontraron diferencias estadísticas significativas con un control de malezas de 45,4 %, 26,7 %, 11,5 % y 6,5 % respectivamente (Figura 3). Como se puede observar el nivel del efecto de control de malezas se manifestó según la concentración del mucilago, siendo los de mayor concentración los que obtienen mejores efectos. Esto se puede contrastar con

Noroña (2018), que evaluó tratamientos de mucílago de cacao fermentado al 100 %, 75 %, 50 % y 25 %, obteniendo una efectividad de control de malezas en proporción con la concentración, que oscilaron desde 68,83 malezas muertas/m² hasta 38,42 malezas muertas/ m².

De manera similar, Noroña (2018) evaluó la toxicidad vegetal del mucílago extraído de la semilla de cacao y reportó un control del 96,98 %, 100 % y 100 % para las especies *Cyperus odoratus*, *Cuphea carthagenensis* y *Lindernia crustacea*, respectivamente, mediante la aplicación de 1 litro de mucílago puro (100 %). Además, al utilizar una mezcla compuesta por 1 litro de mucílago diluido en 1 litro de agua, se logró un control del 80,81 %, 100 % y 100 % para las mismas especies, respectivamente.

El T₂ (50 % MC), obtuvo el menor efecto en el control de malezas que fue de 0,55%, y no tuvo diferencias estadísticas significativas frente al T₁ (Corte manual), en el cual solo se realizó el corte manual hasta una altura de 15 cm en promedio de las malezas registrando un efecto de control del 0 % (Figura 2).

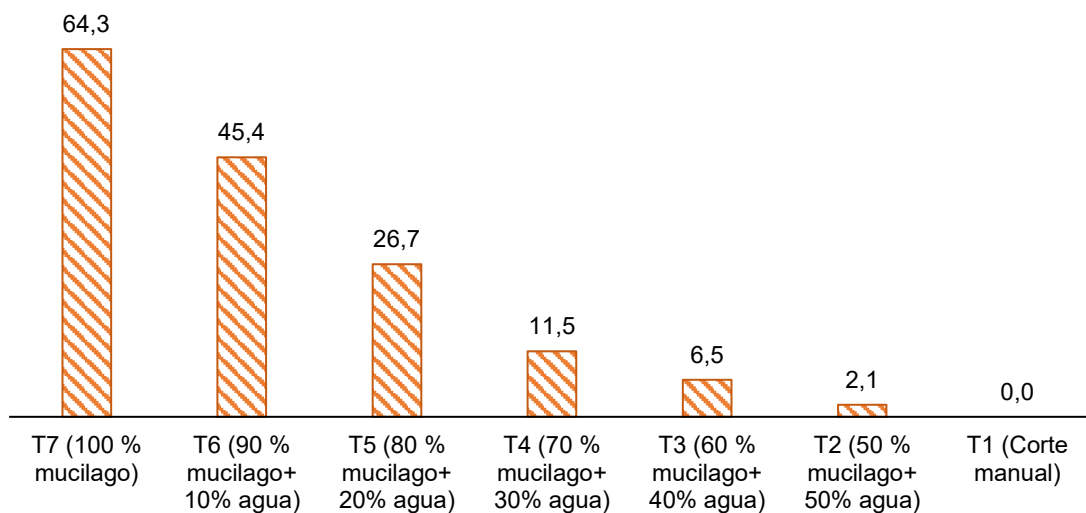


Figura 2. Porcentaje de control de malezas en el cultivo de cacao de los tratamientos testigo y de concentraciones de mucílago a los siete días después de su aplicación.

La acción de herbicida del mucílago de cacao está vinculado a su composición química. Según Majarrez (2008), durante la fermentación, el ácido acético se forma a partir de los azúcares presentes; además, el mucílago contiene taninos, alcaloides, flavonoides, cumarinas y esteroides. compuestos que aportan a su fitotoxicidad; Ives (2003) agrega que los alcaloides son alelopáticos e inhibidores de la germinación. Con respecto a su modo de acción Calle et al. (2018) manifiestan que el mucílago de cacao es captado por la planta mediante las hojas y transportado por xilema y floema inhibiendo la acción enzimática en los meristemas, mientras que Scursioni (2010), uno de los mecanismos de acción de ciertos herbicidas consiste en la inhibición de la enzima acetolactato sintetasa (ALS), lo que provoca la interrupción de la

síntesis de proteínas, la replicación del ADN y el crecimiento celular, dado que actúan principalmente en las zonas meristemáticas de plantas sensibles. En plantas perennes tolerantes, el herbicida se transloca hacia los órganos subterráneos de almacenamiento, facilitando su eliminación. La selectividad del herbicida puede deberse a la detoxificación metabólica que transforma el compuesto en sustancias no tóxicas. En este contexto, se ha demostrado que el mucílago de cacao no funciona como un herbicida letal, sino como un agente que inhibe el crecimiento vegetal.

Trillo (2011) reportó que la combinación de mucílago de cacao con cloruro de sodio alcanzó un control de malezas del 94,33 %, mientras que el mucílago aplicado de forma aislada logró un 77,33 %, evidenciando que la eficacia del mucílago se potencia con la adición de cloruro de sodio. Asimismo, identificó que el mucílago es efectivo para el control de malezas de la familia Poaceae, tales como *Paspalum conjugatum* (horquetilla), *Eleusine indica* (pata de gallina), *Digitaria sanguinalis* (pendejuelo), *Rottboellia cochinchinensis* (caminadora) y *Echinochloa colona* (arrocillo). Además, señaló que el agua miel resultante de la fermentación del cacao puede emplearse para el biocontrol de malezas, mostrando efectos significativos en especies de hoja ancha y angosta. Por otro lado, Hipo (2017) indicó que la aplicación al 100 % del mucílago fermentado de cacao, realizada en dos ocasiones tras tres semanas de fermentación, generó un control superior al 91 %, principalmente en poblaciones con predominancia de dicotiledóneas. Aunque los niveles de control difieren entre ambos estudios, coinciden en que el agua miel de cacao presenta un efecto destacado en la reducción de malezas, especialmente en las dicotiledóneas.

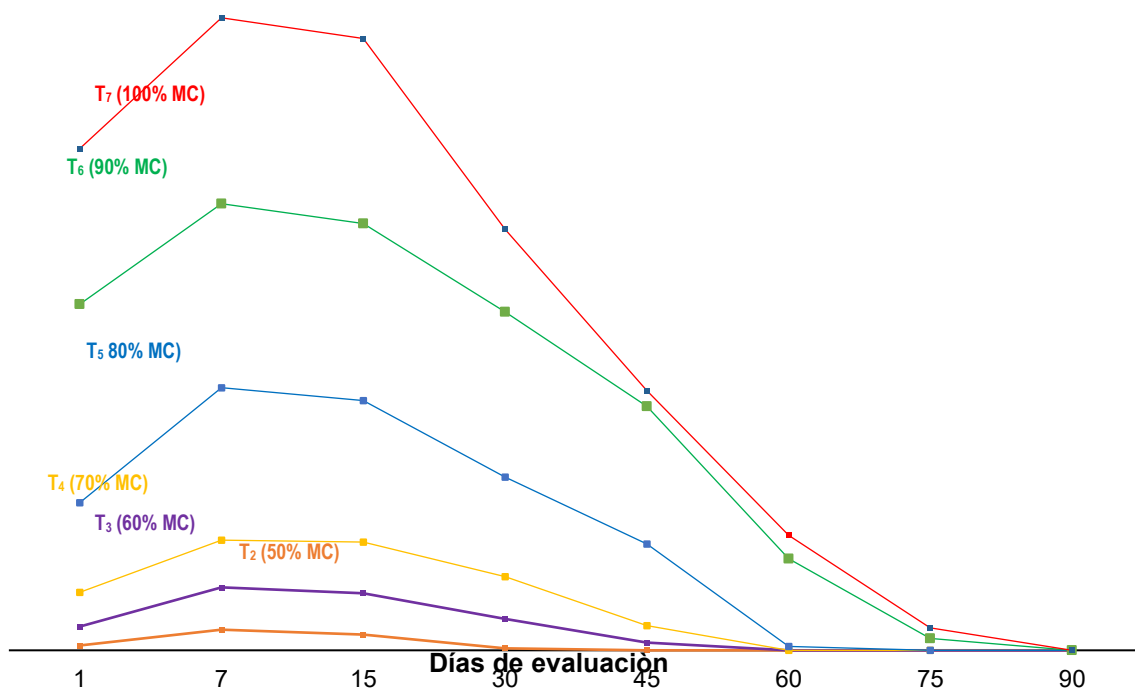


Figura 3. Efecto del control de malezas en el cultivo de cacao de los tratamientos aplicados que contenían mucílago de cacao, registrados desde a los días 1, 7, 15, 30, 45, 60, 75 y 90 después de la aplicación.

4.1.3. Otras observaciones

La evaluación del control de malezas se prolongó hasta los 90 días posteriores a la aplicación, registrándose el mayor porcentaje de control a los 7 días para todos los tratamientos (Figura 3). Luego de este momento, se observó una disminución en el efecto en todos los tratamientos que usaron mucílago de cacao fermentado.

Tabla 7. Efecto del control de malezas en el cultivo de cacao de los tratamientos con concentraciones de mucilago de cacao fermentado registrados desde a los días 1, 7, 15, 30, 45, 60, 75 y 90 después de la aplicación.

Tratamientos	Días de evaluación							
	1	7	15	30	45	60	75	90
T ₁ (Corte manual)	0,00	0	0	0	0	0	0	0
T ₂ (50 % mucílago + 50 % agua)	0,5	2,1	1,6	0,2	0	0	0	0
T ₃ (60 % mucílago + 40 % agua)	2,4	6,4	5,8	3,2	0,8	0	0	0
T ₄ (70 % mucílago + 30 % agua)	5,9	11,2	11	7,5	2,5	0	0	0
T ₅ (80 % mucílago + 20 % agua)	15,0	26,7	25,4	17,6	10,8	0,4	0	0
T ₆ (90 % mucílago + 10 % agua)	35,2	45,4	43,4	34,4	24,8	9,3	1,2	0
T ₇ (100 % mucílago)	51,0	64,3	62,2	42,8	26,4	11,7	2,3	0

En el caso del tratamiento con la concentración más baja de mucílago de cacao (T₂ 50 % MC), a partir de los 45 días dejó de mostrar control, habiéndose reducido desde los 30 días. Por otro lado, el tratamiento con la concentración más alta (T₇ 100 % MC) mantuvo cierto nivel de control hasta los 75 días posteriores a la aplicación, por lo que sería recomendable una segunda aplicación para prolongar el control de malezas. En seguida, el tratamiento T₆ (90 % MC) también presentó cierto grado de control hasta los 75 días, aunque en menor intensidad.

4.2. Del incremento de altura de malezas

4.2.1. Análisis estadístico ($\alpha=0,01$) (ANVA)

Con los datos obtenidos, se realizó un análisis de varianza (ANVA) con un nivel de significancia $\alpha = 0,01$ para evaluar el incremento en la altura de las malezas hasta los 90 días posteriores a la aplicación de los tratamientos. De acuerdo con la prueba F del ANVA, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los bloques (Tabla 8), lo que indica que las condiciones del terreno fueron homogéneas y no influyeron en el crecimiento de las malezas. No obstante, se identificaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, concluyéndose que al menos uno de ellos (el testigo y las distintas concentraciones de mucílago de cacao) presentó un comportamiento diferencial en cuanto al aumento en la altura de las malezas.

El coeficiente de variación registrado fue de 3,82 %, lo que, según Calzada (1986), indica una excelente y muy buena uniformidad en el desempeño entre las unidades experimentales de cada tratamiento.

Tabla 8. Análisis de variancia ($\alpha=0,01$) para el incremento de altura malezas en el cultivo de cacao para los tratamientos testigo y concentraciones de mucilago de cacao fermentado.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios		F tab.
		Control de malezas		
Bloques	3	0,426	NS	5,09
Tratamientos	7	5,250	AS	4,01
Error experimental	16	0,661		
Total	27			

CV (%): 3,82

NS: No tiene significación estadística

AS: Significación estadística al 1 % de probabilidad.

4.2.2. Prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$)

Al encontrarse diferencias estadísticas significativas en el ANVA de los tratamientos (Tabla 8) respecto al incremento en la altura de malezas, se aplicó la prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$). Esta indicó diferencias significativas para el tratamiento control T₁ (Corte manual) frente a los demás tratamientos, destacando un aumento de altura de 23,78 cm comparado con el resto (Tabla 9). Este resultado era esperado, pues en el tratamiento control no se aplicó mucilago de cacao, permitiendo que las malezas crecieran normalmente sin la acción alelopática del mucilago, resultando en el mayor incremento de altura en la investigación.

Tabla 9. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$) del incremento de altura de malezas a los 90 días después de la aplicación de los tratamientos.

Tratamientos	Incremento de altura (cm)	Sig.
T ₁ (Corte manual)	23,78	a
T ₂ (50 % mucilago + 50 % agua)	21,20	b

T ₆ (90 % mucilago + 10 % agua)	21,05	b
T ₄ (70 % mucilago + 30 % agua)	21,00	b
T ₃ (60 % mucilago + 40 % agua)	20,90	b
T ₅ (80 % mucilago + 20 % agua)	20,73	b
T ₇ (100 % mucilago)	20,25	b

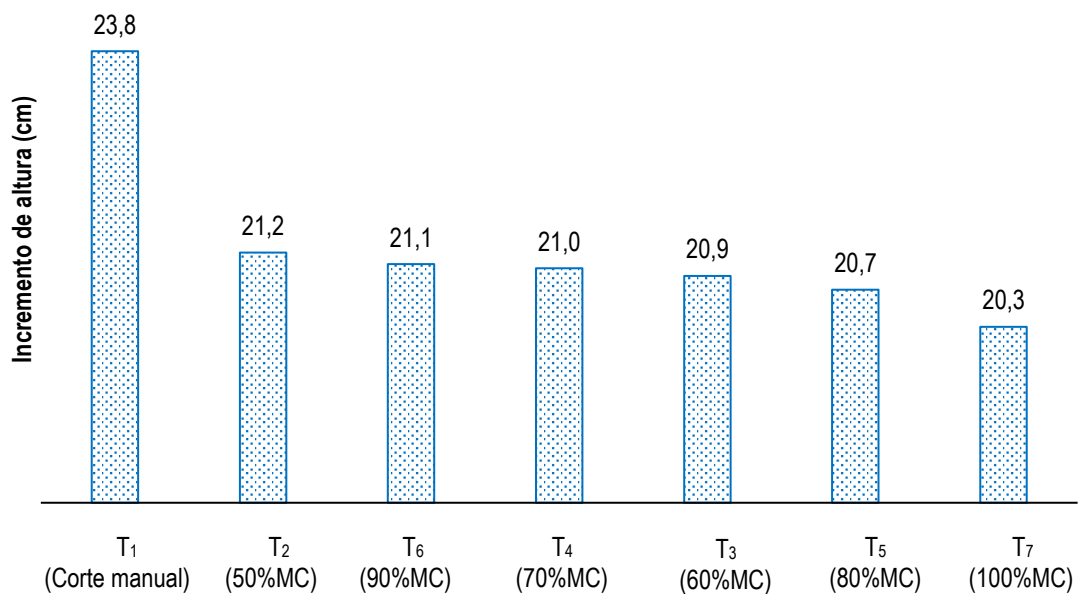


Figura 4. Incremento de altura de malezas en el cultivo de cacao (cm) de los tratamientos testigo y de concentraciones de mucilago a los 90 días después de su aplicación.

No obstante, no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con diversas concentraciones de mucílago de cacao fermentado ((T₂, T₃, T₄, T₅, T₆, T₇) respecto al aumento en la altura de las malezas hasta los 90 días después de la aplicación. Los valores fluctuaron entre 21,20 cm (T₂, 50 % MC), que fue el valor aritmético más alto registrado, y 20,3 cm (T₇, 100 % MC), que correspondió al menor valor observado (Figura 4).

Con respecto al testigo (T₁, Corte manual), los tratamientos con mucilago de cacao fermentado en sus diferentes dosis (T₂, T₃, T₄, T₅, T₆, T₇) redujeron la altura de las malezas en un 15,46 % en promedio. Antes de la aplicación de los tratamientos se realizó un corte en todo el terreno experimental para uniformizar la altura de las malezas, por lo que el incremento de altura tuvo un comportamiento similar en todos los tratamientos incluido el testigo (T₁), sin embargo a los siete días después de la aplicación de los tratamientos se evidenció una

disminución del incremento de altura (cm) en los tratamientos con mucílago de cacao fermentado, que se mantuvo hasta los 120 días después de la aplicación de los tratamientos (Figura 5).

Al respecto, Calle et al. (2018) señalan que uno de los efectos del mucílago es la inhibición del desarrollo de malezas, incluyendo la reducción en el incremento de altura, número de hojas y flores, destacando como mejor resultado el tratamiento con concentración al 100 % de mucílago de cacao fermentado, aunque este estudio se realizó bajo condiciones controladas. En nuestra investigación, realizada en un campo experimental bajo las condiciones edafoclimáticas del lugar, no se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones de mucílago de cacao fermentado en el aumento de altura de las malezas, lo que coincide con lo reportado por Manjarrez et al. (2008), quienes indicaron que los compuestos responsables de la acción fitotóxica en el crecimiento de malezas son los alcaloides, taninos, flavonoides, cumarinas y esteroides presentes en el mucílago de cacao, cuya acción alelopática retrasa la multiplicación celular en las plantas.

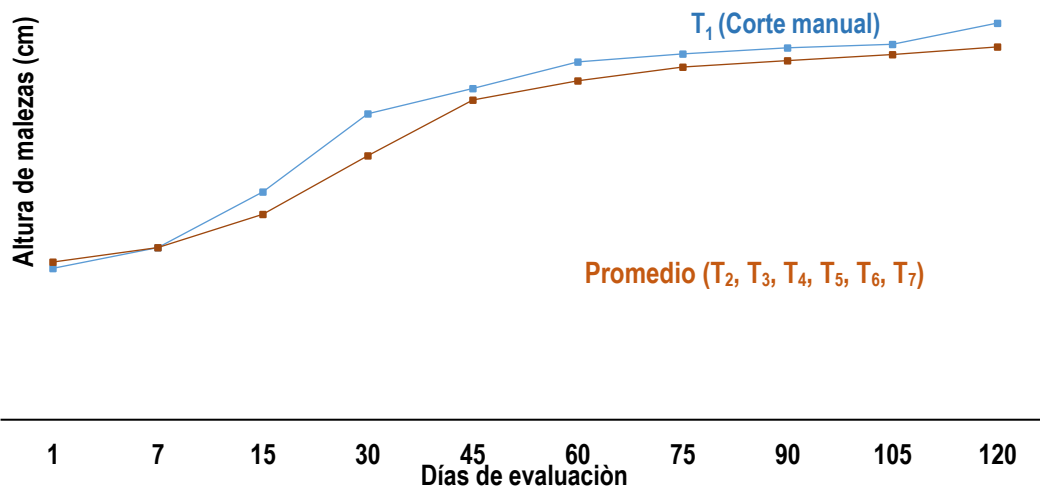


Figura 5. Altura de malezas en el cultivo de cacao (cm) de los tratamientos testigo y de concentraciones de mucílago en los días 1, 7, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 después de su aplicación.

Al respecto, Parra (2017) afirma que el ácido acético provoca la muerte de las hojas de la planta, pero no afecta la raíz, y es más efectivo en plantas jóvenes, ya que estas no

cuentan con suficiente energía almacenada en las raíces para regenerar sus hojas. El éxito de su acción depende del sol, pues su efecto es más potente si se aplica en un día soleado

Gago (2017) indica que el ácido acético seca las malezas, las cuales mueren en aproximadamente 24 horas. Sin embargo, en ocasiones las raíces no mueren por completo y pueden rebrotar a las pocas semanas, por lo que es necesario aplicar una concentración adecuada para evitar el regreso de las malas hierbas.

El ácido acético es un herbicida orgánico cuya acidez contribuye a la destrucción de malezas mediante la oxidación de los ácidos grasos que conforman gran parte de la pared celular vegetal, generando subproductos ricos en oxígeno que inducen la muerte de las malezas. Este herbicida provoca el marchitamiento de la planta pocas horas después de su aplicación, aunque no afecta las raíces. Su acción desecante sobre los tejidos vegetales es similar a la del paraquat, logrando un control de malezas de hoja ancha con una eficacia de hasta un 80 %. Se trata de un herbicida no selectivo cuyo efecto desecante se potencia al combinarse con sal (Arce, 2001; Allan et al., 2018).

El herbicida derivado del mucílago de cacao es efectivo debido a la presencia de ácido cítrico, que contribuye al biocontrol de malezas (Pérez y López, 2019). Durante el proceso de fermentación del mucílago, se genera ácido acético, un herbicida orgánico cuya acidez induce la oxidación de los ácidos grasos que componen la mayor parte de la pared celular vegetal, produciendo subproductos ricos en oxígeno que resultan letales para las malezas (Arce, 2001; Santos, 2020). Este compuesto deseca los tejidos vegetales, provocando el marchitamiento de las plantas pocas horas después de su aplicación, sin afectar las raíces. Su mecanismo de acción es análogo al del paraquat, presentando un carácter no selectivo y logrando hasta un 80 % de efectividad en el control de malezas de hoja ancha. Además, la combinación del mucílago de cacao con sal potencia su efecto desecante (Allan et al., 2018).

4.3. Del análisis económico

Se muestran los costos asociados a los tratamientos con mucílago de cacao fermentado, así como los gastos en herramientas, equipos y jornales utilizados para cada uno, calculados por hectárea (Tabla 10). Para la aplicación de los tratamientos se consideraron dos jornales por hectárea, y para el cálculo del costo diario de aplicación se tomaron en cuenta los días durante los cuales los tratamientos ejercieron control efectivo sobre las malezas.

Al analizar los costos por tratamiento en relación con el efecto de control y los días en que se evidenció, se observa que el tratamiento T₇ (100 % MC) presentó el menor costo diario

de control, con S/. 13,6, comparado con los demás tratamientos, debido a que su efecto se mantuvo hasta los 30 días con un daño moderado según la escala de ALAM, citado por Anzalone y Silva (2010), lo que lo convierte en el tratamiento más económico aplicado. Por lo tanto, se concluye que los tratamientos T₆, T₅, T₄, T₃ y T₂ resultan antieconómicos, con costos que oscilan entre S/. 24,8 y S/. 76,4, además de presentar menos días de control. No obstante, estos costos superan a los de los agroquímicos, aunque es importante resaltar que el mucílago de cacao.

El uso de este herbicida natural ofrece beneficios ambientales, ya que reduce los impactos adversos asociados a los herbicidas químicos, tales como la aparición de resistencia en las malezas y la reducción de la biodiversidad en el cultivo. en el tratamiento testigo t1 (corte manual) no se aplicó control químico alguno, realizándose solo un corte para uniformar la altura de las malezas. Las cuales mostraron claramente el efecto negativo que ejercen sobre el cultivo al competir por recursos esenciales como luz, agua, espacio y nutrientes.

Para lograr un herbicida eficaz en el control de malezas, es necesario combinar tres elementos: ácido acético, agua y cloruro de sodio. El agua cumple la función de reducir la acidez del ácido acético y prevenir alteraciones en la composición del suelo. El cloruro de sodio actúa deteniendo el desarrollo de la maleza y evitando su diseminación dentro del cultivo, asegurando así que no se modifiquen el suelo ni el agua, y sobre todo, sin causar daño al ser humano, dado que no es una sustancia tóxica.

Es un producto natural y ambientalmente sostenible, obtenido a partir de residuos vegetales, que se biodegrada fácilmente en el medio ambiente y presenta un riesgo considerablemente menor de dejar residuos en los alimentos. Asimismo, su aplicación contribuye a reducir la contaminación del suelo y del agua asociada al uso de mucílago.

Según Ormaza (2017), el mucílago de cacao representa una alternativa favorable para los agricultores, debido a su accesibilidad y facilidad de uso, especialmente en fincas pequeñas dedicadas al cultivo de cacao, ya que logra un control eficaz comparable al del glifosato en su dosis más alta, provocando la eliminación total de las malezas *Rottboellia exaltata* (caminadora) y *Eleusine indica* (paja de burro).

Tabla 10. Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Clave	A. Insumos			B. Equipos			C. Mano de obra			Costo total (S./)	Efecto de control (días)	Costo de tratamiento soles/día de control
	Mucilago de cacao (L/ha)	Costo/L	Precio/ha	Equipos (unidad)	Costo de alquiler (S./)	Costo total de equipos (S./)	Mano de obra	Precio de mano de obra (S./)	Costo total de mano de obra (S./)			
T ₇	716,9	0,5	358,5	2	10	20	2	15	30	408,5	30	13,6
T ₆	645,21	0,5	322,6	2	10	20	2	15	30	372,6	15	24,8
T ₅	573,52	0,5	286,8	2	10	20	2	15	30	336,8	15	22,5
T ₄	501,83	0,5	250,9	2	10	20	2	15	30	300,9	7	43,0
T ₃	430,14	0,5	215,1	2	10	20	2	15	30	265,1	7	37,9
T ₂	358,45	0,5	179,2	2	10	20	2	15	30	229,2	3	76,4
T ₁	No se realizó ningún control solo un corte para uniformizar la maleza											

T₇: 100 % mucilago de cacao fermentado

T₅: 80 % mucilago de cacao fermentado + 20 % de agua

T₃: 60 % mucilago de cacao fermentado + 40 % de agua

T₁: Corte manual

T₆: 90 % mucilago de cacao fermentado + 10 % de agua

T₄: 70 % mucilago de cacao fermentado + 30 % de agua

T₂: 50 % mucilago de cacao fermentado + 50 % de agua

En ese sentido, Vallejo et al. (2016) afirman que usualmente se desaprovechan más de 70 L por cada tonelada de este material mucilaginoso. Este excedente de pulpa, con un agradable sabor tropical, ha sido empleado en diversos países como Brasil, Costa Rica y Colombia para la elaboración de productos alimenticios.

El poco aprovechamiento del mucílago de cacao se debe principalmente a varios factores, entre ellos el desconocimiento por parte de los agricultores sobre los beneficios de esta materia prima, la limitada innovación y la escasa sensibilización de las entidades gubernamentales para mejorar el uso de este recurso (Arteaga, 2016).

Se plantea utilizar el mucílago o baba de cacao como un herbicida natural para el control de diversas especies de malezas, otorgándole así un valor agregado a este líquido que, pese a encontrarse en abundancia, actualmente se desperdicia y se considera un residuo, a pesar de contener vitamina C, ácido cítrico, sales y proteínas que inducen cierto nivel de biocontrol, el cual podría favorecer las propiedades agronómicas del cultivo. Este escenario representa un desafío importante para los investigadores, quienes deben enfocarse en desarrollar un producto orgánico para el manejo de malezas, constituyendo una posible solución, al menos parcial, frente al problema ambiental y sanitario ocasionado por el uso frecuente de herbicidas químicos (El Khouri, 2007; Goya, 2013).

Carrera (2016) señala que el tratamiento más efectivo es aquel con una concentración pura, es decir, con 100 % de mucílago de cacao, lo cual proporciona beneficios al agricultor en dos niveles: el primero, a corto plazo, disminuyendo la frecuencia de aplicación de herbicidas y/o la necesidad de jornales para realizar rozas en el control de malezas en cacaotales establecidos; el segundo, a largo plazo, ya que al haberse comprobado el efecto inhibidor del mucílago sobre el crecimiento y la floración, con el paso del tiempo se reducirá la población de malezas debido a la ausencia de floración, impidiendo así la producción de semillas.

V. CONCLUSIONES

1. En cuanto al efecto de control, el tratamiento T₇ (100 % de mucílago de cacao fermentado) logró el mayor nivel de control de malezas a los siete días tras su aplicación, alcanzando un 64,3 %, y mostrando diferencias estadísticas significativas respecto a los otros tratamientos.
2. Respecto al incremento en altura, los tratamientos con distintas concentraciones de mucílago de cacao fermentado (T₂, T₃, T₄, T₅, T₆, T₇) no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí; no obstante, lograron reducir la altura de las malezas en un promedio del 15,46 % frente al testigo (T₁).
3. Desde el punto de vista económico, el tratamiento T₇ (100 % mucílago de cacao fermentado) fue el más rentable, con un costo de S/. 13,6 por día de control aplicado.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- a. Utilizar el tratamiento de mucilago fermentado en una dosis de 100 % como herbicida natural ya que obtuvo el mejor efecto en el control de malezas y resulta el más económico.
- b. El mucilago debe ser utilizado como herbicida natural dentro de un sistema integral de producción en el cultivo de cacao y para aprovechar los residuos de la post cosecha en el cultivo de cacao.
- c. Utilizar el mucilago de cacao con diferentes tiempos de fermentación y agregar cloruro de sodio para potenciar la detección del crecimiento de las malezas.
- d. Realizar investigaciones adicionales en otros cultivos y otras zonas productivas en distintas épocas del año, para validar los resultados obtenidos y analizar su aporte en la composición integral del suelo.

VII. REFERENCIAS

- Abarca, D.H. (2010). Identificación de fibra dietaria en residuos de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Trinitario. Tesis Pregrado. Loja – Ecuador. 156 p.
- Allan, A.; Dolores, C. and Geovanny, Y. (2018). Estudio del impacto en el control natural de malezas a partir del vinagre,” *Rev. Caribeña Ciencias Soc.*, no. January 2016, 2018, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/324164176_Estudio_del_impacto_en_el_control_natural_de_malezas_a_partir_del_vinagre. [27]
- Alstrom, S. (1990). Fundamentals of weed management in hot climate peasant agriculture. *Crop Production Science* 11, Uppsala, 271 pp.
- Anzalon, E.A. (2007). Modos y mecanismos de acción en plantas. Venezuela: Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado.
- Anzalone, A. & Silva, A. (2010). Evaluación de herbicidas sulfonilureas para el control de malezas en cafetales. *Bioagro*, 2(22), 95-104.
- Arce, R.G. (2001). Evaluación técnica del vinagre para el manejo de malezas. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras: Zamorado. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria.
- Arteaga, M.E. (2016). Mucílago de cacao. *Asistencia técnica dirigida en manejo integrado del cultivo de cacao*. https://www.agrobanco.com.pe/wpcontent/uploads/2017/07/010-f-cacao_CULTIVOS_.pdf
- Calle, C.A.; Chavarria P.J.; Aviles, Z.A.; Carrera, M.B. & Alvarado, A.A. (2018). Uso del mucilago de cacao (*Theobroma cacao* L.) trinitario en el control de la paja peluda (*Rottboellia cochinchinensis*). *El Misionero del Agro*, 45-53.
- Carrera, D. 2016. Efecto del extracto del mucilago de cacao (*Theobroma cacao* L.) como herbicida orgánico en paja peluda (*Rottboellia cochinchinensis*). Tesis de Doctoración Ciencias ambientales. Tumbes, Perú. 123 p.
- Cerna, B. (1994). Manejo mejorado de malezas (Primera ed.). Trujillo - Perú: CONCYTEC. 176 p.
- El Khouri, S. (2007), Evaluación de los cambios ocurridos durante el beneficio del cacao (*Theobroma cacao* L.) a través de parámetros morfoanatómicos, fisicoquímicos y nutricionales. Tesis de pregrado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

- Gago, H. 2017. Efeito do vinagre no controle de plantas daninhas de batata. Em Anais da Reunião-Nordeste Anual Weed Science Sociedade. 82-82.
- García, T., & Fernández, Q. (1991). Fundamento de la mala hierba y herbicidas (Primera ed.). España: Mundi Prensa. 231 p.
- Gombes, B. (1993). Control químico de malezas. Editorial Trillas. León, México. 176 p.
- Goya, B. M. J. (2013). Obtención de una bebida alcohólica a partir de mucilago de cacao, mediante fermentación anaerobia en diferentes tiempos de inoculación. 145 p.
- Guadalupe, G. 1993. Control químico de malezas, Editorial Trillas. México. 186 p.
- Guerrero, O. H. A. (2022). Uso del mucílago de cacao en el manejo del musgo (*Rigodium Implexum*) afectando al cultivo de cacao en el Cantón Ventanas. Trabajo Experimental. Carrera de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil, Ecuador. 92 p.
- Heiser, C.B. (1990). *Seed to civilization: the story of food*. Ed Harvard University Press. 228 pp
- Hipo, H.M.R. (2017). Aplicación de mucilago de semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis para obtener el título de Ingeniero Agropecuario. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador. 121 p.
- INIAP. (2003). Manual del cultivo de cacao N°25. 2da edición, Estación experimental Tropical Pichilingue, Colombia. 176 p.
- Ives, J. (2003). Identificación de posibles interacciones alelopáticas de diferentes especies vegetales sobre el cultivo del arroz (*Oryza sativa*). Honduras: Universidad Nacional Autónoma de Honduras. 155 p.
- Khanh, T.; Chung, M.; Xuan, T. & Tawata, S. (2005). The exploitation of crop allelopathy in sustainable agricultural production. *Journal of agronomy and crop science* (191), 172-175.
- Labrada, R.; Caseley, J. & Parker, C. (2007). Manejo de malezas para países en desarrollo. Roma - Italia: Estudio FAO. Producción y protección vegetal. 187 p.
- Manjarrez, G. (2008). El exudado del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) como herbicida para el manejo de las malezas. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. 132 p.
- Martínez, T.S.; Carrero, R.T.B. & Martínez, R.H. (2015). Efecto del ácido acético como herbicida en el manejo de seis especies arvenses, CNRA Campus. Tesis para optar

- el título de Ingeniero en Agroecología tropical. León, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - León. 111 p.
- Medrano, C. 1996. Control de malezas en frutales. Rev. Fac. Agron. (Maracay), Alcance 50: Maracaibo, Venezuela. p. 131- 140.
- Moulay, P. 2006 Present status of cacao by-products utilization in Brazil. Rev Theobroma; p.271-291.
- Noroña, B.C.A. (2018). Determinación de la fitotoxicidad del mucilago de la semilla de cacao CCN-51 sobre las malezas en el cultivo de cacao. Tesis para la obtención del título de ingeniero agrónomo. Quito - Ecuador: Universidad Central de Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. 143 p.
- Ormaza, M. A.K. (2017). Capacidad de inhibición de cuatro extractos de arvenses y mucílago de cacao *Theobroma cacao*, sobre la *Rottboellia exaltata* y *Eleusine indica*. Proyecto de investigación. Carrera de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos, Ecuador. 86 p.
- Palencia, G. y Mejía, L, (2000). Manejo integrado del cultivo de cacao Editorial Litografía y tipografía La Bastilla, Ltda, Bucaramanga Colombia, pp 12, 20, 21.
- Parra.A.V. (2017). Herbicida natural. Vinagre blanco herbicida orgánico. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/17649>
- Pérez, P.M. & López, G.D. (2019). Evaluación del biocontrol de malezas utilizando aguas mieles de cacao en la EEA El Porvenir - INIA, 2018. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental. Tarapoto - Perú: Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería. escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. 123 p.
- Rodríguez, E. 2006. Control de malezas. En el cultivo de frijol (*Vigna unguiculata* L) serie de paquetes tecnológicos N°5 Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias Maracay. Pp.38 – 43.
- Santos, I. A.G. (2020). Estudio de prefactibilidad de una planta de producción de un herbicida orgánico a partir del mucílago del cacao. Ingeniería Química. Colegio Politécnico de Ciencias e Ingenierías Universidad San Francisco de Quito. Ecuador. 117 p
- Scursoni, J. (2010). Manejo integrado de adversidades fitosanitarias Clase Herbicidas I. México: Universidad de México. 98 p.

- Singh, H.; Daizy, R. & Kohli, R. (2003). Allelopathic interactions and allelochemicals; new possibilities for sustainable weed management. *Critical reviews in Plant* (22), 239-311.
- Schwan, R.F.; Rose, A.H. and Board, R.G. (1995). Microbial fermentation of cocoa beans, with emphasis on enzymatic degradation of the pulp. *Journal of applied bacteriology symposium supplement*. 176 p.
- Trillo, M.N. (2011). Efecto del mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el control de malezas y la composición del suelo en el fundo Bioselva - Satipo. Tesis para optar el título de Ingeniera en Ciencias Agrarias, Facultad de ciencias agrarias. Universidad Nacional del Centro del Perú. Satipo, Perú. 54 pág.
- Urgilés, C.J.D. (2018). Evaluación del efecto de los herbicidas químicos y orgánicos para el control de malezas en el cultivo de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Naranjal, provincia de Guayas. Tesis para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario. Guayaquil - Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. 122 p.
- Vallejo. T.C.A (2016). Mucílago de cacao. Cultivo de cacao. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/332186978_mucilago_de_cacao_nacional_y_trinitario_para_la_obtencion_de_una_bebida_hidratante
- Villarias, J. (1992). Atlas de malas yerbas. Madrid - España: Editorial Mundiprensa. 132 p.
- Young, S.L. (2004). Natural product herbicides for control of annual vegetation along roadsides. *Weed Technology* (18), 580-587.

ANEXOS

Tabla 11. Porcentaje de control de malezas a los siete días de la aplicación de los tratamientos por bloques.

Tratamiento	I	II	III	IV	Prom. Control (%)
T ₁ (Corte manual)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T ₂ (50 % MC)	2,7	1,6	1,8	2,3	2,1
T ₃ (60 % MC)	7,4	6,7	5,7	6,2	6,5
T ₄ (70 % MC)	12,1	11,4	11,7	10,6	11,5
T ₅ (80 % MC)	27,5	25,3	27,1	26,9	26,7
T ₆ (90 % MC)	44,4	46,8	46,3	44,1	45,4
T ₇ (100 % MC)	66,5	63,0	64,6	63,2	64,3

Tabla 12. Incremento de altura (cm) de las malezas por bloque de los tratamientos aplicados.

Tratamiento	Bloque I			Bloque II			Bloque III			Bloque IV			Prom.
	1° dda	120 dda	Dif.	1° dda	120 dda	Dif.	1° dda	120 dda	Dif.	1° dda	120 dda	Dif.	
T ₁ (Corte manual)	14,0	37,9	23,9	14,1	38,0	23,9	15,6	39,0	23,4	15,0	38,9	23,9	23,8
T ₂ (50 % MC)	14,4	36,1	21,7	15,2	35,2	20,0	14,3	35,7	21,4	15,1	36,8	21,7	21,2
T ₃ (60 % MC)	15,4	35,8	20,4	15,5	35,9	20,4	14,9	36,4	21,5	15,3	36,6	21,3	20,9
T ₄ (70 % MC)	15,8	36,2	20,4	14,1	36,4	22,3	14,6	35,8	21,2	15,8	35,9	20,1	21,0
T ₅ (80 % MC)	15,2	36,4	21,2	15,1	36,3	21,2	15,8	36,4	20,6	14,8	34,7	19,9	20,7
T ₆ (90 % MC)	15,2	36,3	21,1	14,5	37,5	23,0	16,7	36,7	20,0	15,6	35,7	20,1	21,1
T ₇ (100 % MC)	15,0	35,0	20,0	16,0	36,5	20,5	16,5	36,8	20,3	16,0	36,2	20,2	20,3





Figura 8. Materiales e insumos para la aplicación de los tratamientos.



Figura 9. Preparación de las dosis de mucilago de cacao fermentado.



Figura 10. Aplicación de los tratamientos.



Figura 11. Unidad de evaluación.