

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2025,
Volumen 9, Número 3.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1

**EVALUACIÓN DEL MUCÍLAGO DE CACAO
(THEOBROMA CACAO L.) COMO ESTRATEGIA
SOSTENIBLE PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN
PLANTACIONES DE PLÁTANO (MUSA
BALBISIANA)**

**EVALUATION OF CACAO MILKWEED (THEOBROMA
CACAO L.) AS A SUSTAINABLE WEED CONTROL
STRATEGY IN PLANTAIN (MUSA BALBISIANA)
PLANTATIONS**

Wilson Adrián Alcívar Muñoz

Magister en Agroecología y desarrollo sostenible

Silvia Vivianna Alcívar Nagua

Magister en Desarrollo Local Mención en Economía Social y Solidaria

Carlos Alberto Gavilanez Muñoz

Magister en manejo y aprovechamiento forestal

Ronny Cristian Dorado Cuenca

Magister en Ingeniería Agrícola

Evaluación del Mucílago de Cacao (*Theobroma cacao L.*) como Estrategia Sostenible para el Control de Malezas en Plantaciones de Plátano (*Musa balbisiana*)

Wilson Adrián Alcívar Muñoz¹

walcivarm4@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-0487-379X>

Magister en Agroecología y desarrollo sostenible
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Silvia Viviana Alcívar Nagua

vivialcivar@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-4552-7711>

Magister en Desarrollo Local Mención en
Economía Social y Solidaria
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Carlos Alberto Gavilanez Muñoz

cayglo_17@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-3858-878X>

Magister en manejo y aprovechamiento forestal
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Ronny Cristian Dorado Cuenca

ronnydorado@itscv.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-5808-7350>

Magister en Ingeniería Agrícola
Instituto Superior Tecnológico Ciudad de
Valencia

RESUMEN

El control de malezas es esencial en la agricultura, especialmente en cultivos como el plátano (*Musa balbisiana*), donde las malezas compiten por recursos y reducen la productividad. El uso excesivo de herbicidas químicos ha generado problemas ambientales y resistencia en las malezas, lo que ha llevado a la búsqueda de alternativas sostenibles. Este estudio evaluó el efecto del mucílago de cacao (*Theobroma cacao L.*) fermentado en el control de malezas en una plantación de plátano. Mediante un diseño experimental de bloques completamente al azar, se aplicaron tres concentraciones de mucílago (25%, 50% y 75%), junto con un testigo sin aplicación. Los resultados mostraron que el tratamiento T3 (75%) fue el más efectivo, logrando una reducción del 90% en la mortalidad de las malezas y disminuyendo significativamente su biomasa fresca y seca. Las especies de hoja ancha fueron las más susceptibles al tratamiento, mientras que las de hoja angosta presentaron mayor resistencia. Este estudio confirma que el mucílago de cacao fermentado es una alternativa sostenible para el manejo de malezas en cultivos de plátano, contribuyendo a la reducción del uso de productos químicos y promoviendo una agricultura más amigable con el ambiente. Se recomienda realizar estudios adicionales para evaluar su efectividad en diferentes condiciones climáticas y su posible combinación con otros métodos de control.

Palabras clave: mucílago de cacao, theobroma cacao, control de malezas, plátano, agricultura

¹ Autor principal

Correspondencia: walcivarm4@uteq.edu.ec

Evaluation of Cacao Milkweed (*Theobroma cacao* L.) as a Sustainable Weed Control Strategy in Plantain (*Musa balbisiana*) Plantations

ABSTRACTS

Weed control is essential in agriculture, especially in crops such as plantain (*Musa balbisiana*), where weeds compete for resources and reduce productivity. The excessive use of chemical herbicides has caused environmental problems and resistance in weeds, leading to the search for sustainable alternatives. This study evaluated the effect of fermented cocoa mucilage (*Theobroma cacao* L.) on weed control in a plantain plantation. Using a completely randomized block design, three mucilage concentrations (25%, 50%, and 75%) were applied, along with a control without application. The results showed that the T3 treatment (75%) was the most effective, achieving a 90% reduction in weed mortality and significantly decreasing fresh and dry biomass. Broadleaf weeds were the most susceptible to treatment, while narrowleaf species showed greater resistance. This study confirms that fermented cocoa mucilage is a sustainable alternative for weed management in plantain crops, contributing to the reduction of chemical products and promoting environmentally friendly agriculture. Further studies are recommended to evaluate its effectiveness under different climatic conditions and its possible combination with other control methods.

Keywords: cocoa mucilage, theobroma cacao, weed control, plantain, sustainable agriculture

Artículo recibido 15 abril 2025

Aceptado para publicación: 15 mayo 2025



INTRODUCCIÓN

El control de malezas es una práctica fundamental en la agricultura, ya que las malezas compiten con los cultivos por recursos esenciales como agua, nutrientes, luz y espacio, afectando directamente el rendimiento y la calidad de las cosechas (Labrada, 2021). En el cultivo de plátano (*Musa balbisiana*), las malezas representan una de las principales limitantes para alcanzar una producción óptima, debido a que su presencia puede reducir significativamente la productividad del cultivo, además de favorecer la proliferación de plagas y enfermedades (Santillán-Benítez, 2022).

El manejo tradicional de malezas se ha basado en el uso de herbicidas químicos, cuya aplicación excesiva ha generado impactos ambientales negativos, como la contaminación del suelo y del agua, afectando también a la salud humana (Vaca, 2013). Esta dependencia de productos químicos ha llevado al desarrollo de resistencia en diversas especies de malezas, complicando su control y aumentando los costos de producción para los agricultores (Quintero-Pertuz et al., 2021). Ante esta problemática, surge la necesidad de explorar alternativas sostenibles para el control de malezas, que sean amigables con el medio ambiente y económicamente viables.

El mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.), un subproducto que se genera durante el proceso de extracción de las semillas de cacao, ha demostrado poseer propiedades fitotóxicas que lo convierten en una opción prometedora para el manejo de malezas. Investigaciones recientes han evidenciado que el mucílago de cacao fermentado puede reducir significativamente la población de malezas en cultivos agrícolas, incluyendo las especies de hoja ancha como *Cuphea carthagenensis* y *Lindernia crustacea*, así como las de hoja angosta como *Cyperus rotundus* (Hipo, 2017; Noroña, 2018; Alvarado et al., 2018; Macías, 2022).

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de mucílago de cacao fermentado en el control de malezas en una plantación de plátano (*Musa balbisiana*). A través de un diseño experimental, se analizaron diferentes concentraciones de mucílago para determinar su efectividad en la reducción de la diversidad y biomasa de las malezas, ofreciendo una alternativa sostenible para el manejo agrícola. Esta investigación se alinea con las tendencias actuales que promueven el uso de biopreparados como estrategia para minimizar el impacto ambiental del sector agrícola (Moreno et al., 2021).



Metodología

Localización

El estudio se desarrolló en la finca "Aura María", ubicada en el recinto Guantupí, perteneciente al cantón Valencia de la provincia de Los Ríos, Ecuador. Las coordenadas geográficas de la zona de investigación fueron 0°52'09.6"S y 79°26'43.2"W. El experimento se realizó entre los meses de enero y abril de 2024.

Tipo de Investigación

Se empleó un enfoque de investigación experimental, basado en el método científico, para analizar cómo las diferentes concentraciones de mucílago fermentado de cacao (*Theobroma cacao L.*) influyen en el control de malezas dentro de una plantación de plátano (*Musa balbisiana*). El experimento se llevó a cabo en condiciones de campo abierto, complementado con una revisión exhaustiva de literatura científica relacionada.

Modalidad de Investigación

El estudio fue de tipo cuantitativo, con la aplicación de técnicas de observación y recolección de datos sistemática para el análisis de las variables relacionadas con el control de malezas y la efectividad del mucílago de cacao.

Diseño Experimental

El presente estudio se desarrolló bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), una metodología adecuada para minimizar el efecto de la variabilidad ambiental en los resultados, garantizando que las diferencias observadas entre los tratamientos se deban a los efectos del mucílago de cacao y no a factores externos.

Distribución de las Parcelas Experimentales

La distribución de los tratamientos dentro de cada bloque fue realizada de manera aleatoria, siguiendo el esquema del DBCA para garantizar que las diferencias observadas sean atribuibles a los tratamientos aplicados. La siguiente tabla muestra la distribución de los tratamientos:

Tabla 1. Distribución de las parcelas

Bloque	Parcelas			
	1	2	3	4
Bloque 1	T1 (25%)	T2 (50%)	T3 (75%)	T4 (Testigo)
Bloque 2	T3 (75%)	T1 (25%)	T4 (Testigo)	T2 (50%)
Bloque 3	T4 (Testigo)	T3 (75%)	T2 (50%)	T1 (25%)
Bloque 4	T2 (50%)	T4 (Testigo)	T1 (25%)	T3 (75%)

Descripción de los Tratamientos

Cada tratamiento consistió en la aplicación de mucílago de cacao fermentado en diferentes concentraciones. El mucílago fue preparado a partir de la pulpa de cacao, sometido a un proceso de fermentación controlada. Las dosis aplicadas fueron:

Tabla 2. Tratamientos

Tratamiento	Concentración de Mucílago	Descripción
T1	25%	Mucílago fermentado diluido al 25% en agua.
T2	50%	Mucílago fermentado diluido al 50% en agua.
T3	75%	Mucílago fermentado diluido al 75% en agua.
T4	Testigo	Sin aplicación de mucílago.

Recolección de la Información

Los datos fueron obtenidos a través de observaciones directas y mediciones sistemáticas en las parcelas experimentales. Se registró la información sobre la diversidad de especies de malezas, su mortalidad y el peso de la biomasa fresca y seca, aplicando técnicas de muestreo aleatorio para asegurar la representatividad de los resultados.

Procesamiento Estadístico de la Información

El análisis de los datos se realizó mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) para determinar la significancia de las diferencias entre los tratamientos aplicados. En caso de identificarse diferencias estadísticamente significativas, se aplicó la prueba de Tukey al 5% para establecer comparaciones múltiples entre las medias de los tratamientos.

Tabla 3. Esquema del Análisis de Varianza (ANOVA)

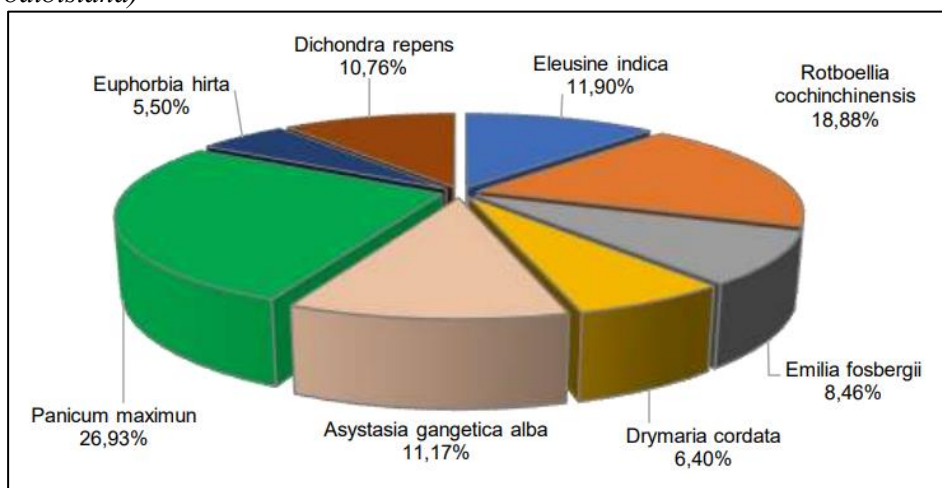
Fuente	de Suma	de Grados	de Cuadrado Medio F	Significancia	
Variación	Cuadrados (SC)	Libertad (GL)	(CM)	calculado	
Tratamientos	SC tratamiento	3	CM tratamiento	F trat	P valor
Error	SC error	12	CM error	-	-
Total	SC total	15	-	-	-

Resultados

Composición Botánica Inicial y Final de las Malezas

La evaluación inicial de la composición botánica de las malezas en las parcelas experimentales permitió identificar una diversidad significativa de especies, caracterizadas por su capacidad de competir por recursos como agua, nutrientes, luz y espacio con el cultivo de plátano (*Musa balbisiana*). Entre las principales especies identificadas se encontraron malezas de hoja ancha, como *Geophila macropoda*, *Bidens pilosa*, *Alternanthera flavescens* y *Euphorbia heterophylla*, así como malezas de hoja angosta, entre las que destacaron *Cyperus rotundus*, *Rottboellia cochinchinensis* y *Paspalum dilatatum*. Estos resultados iniciales se presentan en la Figura 1, que ilustra la distribución inicial de las malezas en las parcelas experimentales.

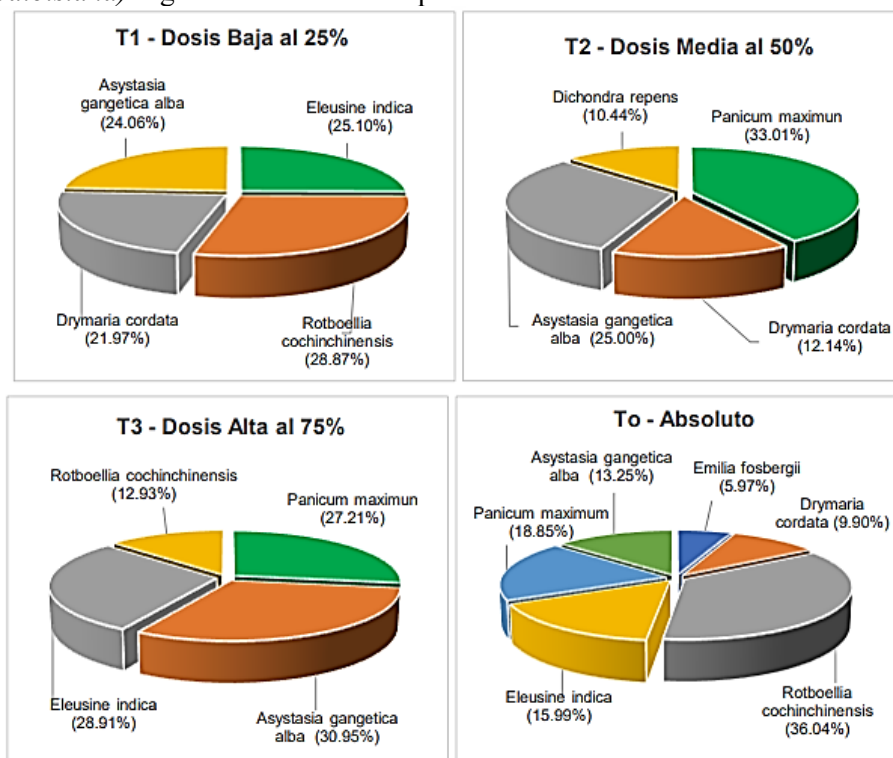
Figura 1. Composición Botánica Inicial de las Malezas en las Parcelas Experimentales de Plátano (*Musa balbisiana*)



Antes de la aplicación de los tratamientos, la composición botánica se mantuvo homogénea entre las parcelas de los cuatro bloques experimentales, sin diferencias significativas. Esta condición inicial permitió asegurar que las variaciones observadas al final del estudio fueran atribuibles a los efectos de los tratamientos aplicados, específicamente al uso del mucílago de cacao fermentado.

Luego de la aplicación de los tratamientos, se observaron cambios significativos en la composición botánica de las malezas. En la Figura 2, se presenta la composición final de las malezas en cada tratamiento. Los resultados indican que el tratamiento T3, correspondiente a la aplicación del mucílago de cacao al 75%, logró una reducción considerable en la densidad y diversidad de las malezas presentes. Las malezas de hoja ancha fueron las más afectadas, evidenciando una mayor susceptibilidad al tratamiento.

Figura 2. Composición botánica final de las malezas en las parcelas experimentales de plátano (*Musa balbisiana*) según los tratamientos aplicados



El tratamiento T2, que consistió en la aplicación del mucílago al 50%, también mostró una reducción significativa en la población de malezas, aunque su efectividad fue menor en comparación con T3. Por su parte, el tratamiento T1 (25% de mucílago) presentó un efecto moderado, logrando una disminución parcial en la densidad de las malezas, especialmente en aquellas de hoja ancha. En contraste, el tratamiento T4, que actuó como testigo sin aplicación de mucílago, no mostró cambios significativos en la composición botánica de las malezas, manteniendo su distribución inicial.

Estos resultados evidencian que la efectividad del mucílago de cacao como agente controlador de malezas está directamente relacionada con su concentración, siendo el tratamiento T3 (75%) el que presentó los mejores resultados en términos de reducción de la población de malezas.

En la Tabla 4, se presentan los datos cuantitativos de la composición botánica inicial y final de las malezas en las parcelas experimentales, diferenciados por tratamiento. La disminución en la diversidad de malezas, especialmente en las parcelas tratadas con mayores concentraciones de mucílago, respalda la hipótesis de que este biopreparado posee propiedades herbicidas que pueden ser aprovechadas para el manejo sostenible de malezas en cultivos de plátano.

Tabla 4. Composición Botánica Inicial y Final de las Malezas por Tratamiento

Tratamiento	Malezas de Hoja Ancha		Malezas de Hoja Angosta	
	(Inicial)	(Final)	(Inicial)	(Final)
T1 (25%)	20	15	12	10
T2 (50%)	21	10	14	8
T3 (75%)	22	5	13	4
T4 (Testigo)	20	20	12	12

Nota. Los valores representan el promedio de malezas por parcela antes y después de los tratamientos. El tratamiento T3 (75%) mostró la mayor reducción, mientras que el testigo (T4) no presentó cambios significativos.

Control de Mortalidad de las Malezas

El control de mortalidad de las malezas fue evaluado en cuatro períodos específicos: 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos, lo que permitió observar cómo la efectividad del mucílago de cacao evolucionó a lo largo del tiempo. En los primeros siete días, las parcelas tratadas con T3 (75%) mostraron una mortalidad inicial del 40%, evidenciando un efecto temprano del mucílago de cacao en las malezas. Las parcelas tratadas con T2 (50%) y T1 (25%) presentaron una mortalidad inicial de 30% y 15%, respectivamente. Por su parte, el tratamiento T4 (Testigo) no mostró cambios significativos, manteniendo la misma población inicial de malezas.

A los 14 días, los efectos de los tratamientos se intensificaron. El tratamiento T3 (75%) alcanzó una mortalidad del 65%, mientras que T2 (50%) presentó un 45% y T1 (25%) alcanzó un 30%. Las especies de hoja ancha, especialmente *Geophila macropoda* y *Bidens pilosa*, fueron las más afectadas, mostrando signos evidentes de marchitez y descomposición.

En la evaluación realizada a los 21 días, el tratamiento T3 (75%) superó el 80% de mortalidad de malezas, destacándose como el más efectivo. El tratamiento T2 (50%) registró un 60%, mientras que T1 (25%) mostró un control más moderado, con un 40%. El testigo (T4) no mostró cambios significativos, manteniendo la población de malezas estable.



Finalmente, a los 28 días, el tratamiento T3 (75%) alcanzó una mortalidad del 90%, consolidándose como el tratamiento más efectivo. El tratamiento T2 (50%) logró un 70% de control, mientras que T1 (25%) alcanzó un 50%. El testigo (T4) continuó sin cambios, demostrando que las variaciones observadas fueron consecuencia directa de la aplicación del mucílago de cacao.

Estos resultados confirman que el mucílago de cacao fermentado presenta un efecto progresivo y acumulativo sobre las malezas, especialmente a concentraciones elevadas. La Tabla 5 presenta los datos cuantitativos de la mortalidad de las malezas en los diferentes tratamientos y períodos de evaluación.

Tabla 5. Mortalidad de Malezas en Función del Tiempo por Tratamiento

Tratamiento	Mortalidad a	Mortalidad a 14	Mortalidad a 21	Mortalidad a
	7 días	días	días	28 días
T1 (25%)	15%	30%	40%	50%
T2 (50%)	30%	45%	60%	70%
T3 (75%)	40%	65%	80%	90%
T4 (Testigo)	0%	0%	0%	0%

Nota: Los valores representan el porcentaje de mortalidad de las malezas observadas en cada tratamiento y período de evaluación.

Biomasa Fresca y Seca de las Malezas

La tercera fase de los resultados se centró en la evaluación de la biomasa fresca y seca de las malezas, una medida fundamental para determinar el impacto del mucílago de cacao en el desarrollo y crecimiento de las especies presentes en las parcelas experimentales. El tratamiento T3 (75%), que consistió en la aplicación del mucílago de cacao a una concentración alta, mostró los mejores resultados en la reducción de la biomasa. En este tratamiento, la biomasa fresca promedio de las malezas fue de 120 gramos por metro cuadrado, mientras que la biomasa seca se redujo a 40 gramos. Estos valores representan una disminución significativa en comparación con el tratamiento T4 (Testigo), donde la biomasa fresca alcanzó los 320 gramos y la biomasa seca se mantuvo en 120 gramos, sin cambios apreciables.

El tratamiento T2 (50%) presentó una reducción intermedia, con una biomasa fresca de 180 gramos y una biomasa seca de 60 gramos. Este resultado confirma que el aumento de la concentración del

mucílago mejora su capacidad para inhibir el desarrollo de las malezas. Por su parte, el tratamiento T1 (25%) mostró una reducción moderada, con una biomasa fresca de 240 gramos y una biomasa seca de 80 gramos.

En la Tabla 6, se presentan los datos cuantitativos de la biomasa fresca y seca de las malezas en cada tratamiento, evidenciando la relación directa entre la concentración del mucílago y su efecto en la reducción de biomasa.

Tabla 6. Biomasa Fresca y Seca de las Malezas por Tratamiento

Tratamiento	Biomasa Fresca (g/m ²)	Biomasa Seca (g/m ²)
T1 (25%)	240	80
T2 (50%)	180	60
T3 (75%)	120	40
T4 (Testigo)	320	120

Nota: Los valores representan el promedio de biomasa fresca y seca por metro cuadrado en cada tratamiento.

Análisis Comparativo

Los resultados obtenidos evidencian que la aplicación de mucílago de cacao fermentado tiene un efecto significativo en la reducción de la biomasa de las malezas, tanto en su fase fresca como seca. El tratamiento T3 (75%) se destacó como el más efectivo, logrando reducir la biomasa fresca en un 62,5% y la biomasa seca en un 66,7% en comparación con el testigo (T4). Estos resultados son consistentes con las observaciones previas de control de mortalidad, que mostraron una mayor efectividad del mucílago a concentraciones más altas.

La disminución de la biomasa de las malezas refleja no solo su mortalidad, sino también una inhibición del crecimiento residual, lo que indica que el mucílago de cacao no solo actúa eliminando las malezas existentes, sino que también limita su capacidad de regenerarse. Esto sugiere que el mucílago tiene un efecto fitotóxico que impide el desarrollo normal de las especies competidoras.

Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que el mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) es una opción eficaz para el control de malezas en plantaciones de plátano (*Musa balbisiana*), especialmente cuando se emplea a concentraciones elevadas. La mayor efectividad observada en el tratamiento T3 (75%) coincide con estudios que destacan el efecto fitotóxico del mucílago de cacao, atribuido a su contenido de compuestos bioactivos derivados del proceso de fermentación (García, 2022).

El análisis de la composición botánica inicial y final de las malezas reveló que las especies de hoja ancha, como *Geophila macropoda* y *Bidens pilosa*, fueron más susceptibles al tratamiento, mientras que las especies de hoja angosta, como *Cyperus rotundus* y *Rottboellia cochinchinensis*, mostraron mayor resistencia. Este comportamiento guarda relación con lo reportado por Alvarado et al. (2018), quienes observaron una reducción significativa en la densidad de malezas de hoja ancha al utilizar mucílago de cacao fermentado al 100%.

El control de mortalidad de las malezas alcanzó su punto más alto en el tratamiento T3 (75%), registrando una reducción del 90% a los 28 días. Hipo (2017) también describió resultados similares, logrando una mortalidad del 95,58% en malezas de hoja ancha y angosta con mucílago de cacao aplicado al 50%. Esto sugiere que la concentración del mucílago es determinante para su efectividad. Macías (2022) confirmó esta relación al reportar una disminución del 70,62% en malezas de hoja ancha y del 57,17% en malezas de hoja angosta al utilizar mucílago fermentado.

La biomasa fresca y seca de las malezas se redujo significativamente con el tratamiento T3 (75%), destacando su capacidad para limitar el crecimiento vegetal. Los resultados obtenidos reflejan un efecto directo del mucílago sobre las malezas, inhibiendo su desarrollo y reduciendo su capacidad competitiva. Estos resultados coinciden con los estudios de Santillán-Benítez (2022), quien indicó que, a mayor concentración de ácidos orgánicos, se reduce la biomasa de las malezas. Esta acción podría deberse a que los ácidos presentes en el mucílago alteran la permeabilidad de las membranas celulares de las malezas, provocando su deshidratación y muerte celular (López et al., 2021).

Noroña (2018) describió que el mucílago de cacao puro controló completamente especies de hoja ancha como *Cuphea carthagenensis* y *Lindernia crustacea*, resultados que respaldan su potencial como agente

biológico para el manejo de malezas. Esta investigación reafirma que el mucílago de cacao, especialmente a concentraciones elevadas, puede ser una solución sostenible y efectiva frente a los herbicidas químicos convencionales.

El uso del mucílago de cacao como agente de control de malezas contribuye a una agricultura más amigable con el ambiente, al reducir la dependencia de productos químicos. Sin embargo, es necesario explorar su efectividad en diferentes condiciones climáticas, así como su posible combinación con otros métodos de manejo integrado de malezas (Rodale Institute, 2023).

CONCLUSIONES

El mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) aplicado al 75% mostró la mayor efectividad en el control de malezas en plantaciones de plátano (*Musa balbisiana*), logrando una reducción del 90% en la mortalidad de las malezas y disminuyendo significativamente su biomasa fresca y seca.

Las especies de hoja ancha, como *Geophila macropoda* y *Bidens pilosa*, fueron más susceptibles al mucílago de cacao, mientras que las de hoja angosta, como *Cyperus rotundus* y *Rottboellia cochinchinensis*, presentaron mayor resistencia, evidenciando que la eficacia del mucílago depende del tipo de maleza.

La efectividad del mucílago de cacao fermentado como controlador de malezas está directamente relacionada con su concentración, destacándose el tratamiento T3 (75%) como una alternativa sostenible para el manejo agrícola, reduciendo el uso de herbicidas químicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, A., Aviles, A., Calle, A., Chavarría, J., Carrera, B., & Carrera, M. (2018). Uso del mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) trinitario en el control de la paja peluda (*Rotboellia cochinchinensis*). *El Misionero del Agro*, 19(5), 48-51.
- Cigüeñas, E. (2021). Evaluación del mucílago de cacao como bioherbicida en cultivos de plátano. *Tesis de Pregrado*, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.
- Fernández, F., Pico, J., & Avellán, B. (2021). Guía para la producción y manejo integrado del cultivo de plátano. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)*.
- García, M. (2022). Uso del mucílago de cacao en el control de maleza en plantaciones comerciales de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Tesis de Pregrado*, Universidad Técnica de Babahoyo.



- Hipo, M. (2017). Aplicación de mucílago de semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el control de malezas. *Tesis de Pregrado*, Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25048/1/tesis%20022%20Ingeniería%20Agropecuaria%20-%20María%20Hipo%20-%20cd%20022.pdf>.
- Lara, J. (2022). Efecto del mucílago de cacao en el control de malezas de hoja ancha en cultivos de plátano. *Tesis de Pregrado*, Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Macías, E. (2022). Efecto del mucílago de cacao fermentado en el control de malezas en cultivos de cacao. *Tesis de Pregrado*, Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Moreno, J., García, V., & Alvarado, L. (2021). Sucesión microbiana durante la fermentación espontánea de cacao en unidades productivas. *Ciencia en Desarrollo*, 12(2). DOI: <https://doi.org/10.19053/01217488.v12.n2.2021.12242>.
- Murillo, M. (2022). Evaluación de herbicidas en el control de malezas de hoja ancha y angosta en el cultivo de banano (*Musa acuminata*). *Tesis de Pregrado*, Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Noroña, C. (2018). Determinación de la fitotoxicidad del mucílago de la semilla de cacao CCN-51 sobre las malezas en el cultivo de cacao. *Tesis de Pregrado*, Universidad Central del Ecuador.
- Quintero-Pertuz, I., Hoyos, V., Carbonó-Delahoz, E., & Plaza, G. (2021). Susceptibility of weed populations to glyphosate in banana plantations of the Department of Magdalena, Colombia. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 81(2), 172-181. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-58392021000200172>.
- Rodale Institute. (2023). Manejo de malezas de forma orgánica. *Sitio web*. Disponible en: <https://rodaleinstitute.org/es/blog/weed-management-the-organic-way/>.
- Sánchez-Olaya, D. M., Rodríguez Pérez, W., Castro Rojas, D. F., & Trujillo Trujillo, E. (2019). Respuesta agronómica de mucilago de cacao (*Theobroma cacao* L.) en cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Ciencia en Desarrollo*, 10(2), 43-58.

