

<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i4.1771>

## Diagnóstico y control de malezas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)

*Diagnosis and control of weeds in cocoa crops (*Theobroma cacao L.*)*

Dalton Leonardo Cadena Piedrahita

[pcadena@utb.edu.ec](mailto:pcadena@utb.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-5532-7663>

Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Universidad Técnica de Babahoyo  
Ecuador

Marlon Yoel González Chica

[mgonzalezc@utb.edu.ec](mailto:mgonzalezc@utb.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-6945-5175>

Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Universidad Técnica de Babahoyo  
Ecuador

Marlon Víctor Hugo Pazos Roldan

[mpazos@utb.edu.ec](mailto:mpazos@utb.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-6798-8736>

Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Universidad Técnica de Babahoyo  
Ecuador

Isrrael Eduardo Cortez Herrera

[icortez@ecuaquimica.com.ec](mailto:icortez@ecuaquimica.com.ec)

<https://orcid.org/0009-0006-6089-8264>

Asesor Técnico Comercial -Investigación  
ECUAQUIMICA  
Ecuador

Flavio Ángelo Jaramillo Tomalá

[jaramillotomalafavio120@gmail.com](mailto:jaramillotomalafavio120@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0002-8536-8383>

Investigador Independiente  
Ecuador

*Artículo recibido: 15 octubre 2025 -Aceptado para publicación: 18 noviembre 2025  
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.*

### RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo realizar el diagnóstico y control de malezas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en el Cantón Ventanas. El experimento se llevó a cabo en la época de verano, en una plantación de cacao CCN 51 de 8 meses de sembrado, con un distanciamiento a 3 m x 3 m, con sombra de plátano de 3 meses de sembrado. Se aplicó un diseño estadístico de bloques completos al azar con 7 tratamientos y 4 repeticiones. Para detectar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para las variables analizadas, se aplicó

la prueba de Tukey al 5 %. Se evaluaron las siguientes variables: malezas existentes, índice de toxicidad, eficacia de control y análisis económico. Se determinó la presencia de malezas de hojas angostas tales como: Paja de burro (*Eleusine indica*) y Caminadora (*Rotboellia cochinechinesis*). También se evidencio malezas de hojas anchas: Cola de gato (*Acalypha alopecuroides*), Chancleta (*Pombalia linearifolia*), Hierba de la golandrina (*Euphorbia hirta*), Ortiga (*Spermatophyta*), Lecherito (*Euphorbia hetiphylla*), Menta de gato (*Nepeta cataria*) y Hierba de la pulga (*Hibrida mentha rotunfolia*). Los herbicidas aplicados en el cultivo de cacao, permitieron determinar un daño leve en el cultivo a los 7 días con el uso de Paraquat en dosis de 1.5 L/ha y 2 L/ha con una escala de 0.5 y 0.8, según la escala de ALAM. A los 14 días se mantuvo igualmente sin daño en los mismos tratamientos, evidenciándose de igual forma en los días posteriores de evaluación, donde no se observó ningún daño en los tratamientos estudiados. La eficacia del control de malezas se evidenció con la aplicación del Glufosinato de amonio en dosis de 1.5 L/ha desde los 14 días hasta los 42 días de evaluación con un rango de 84.85 % a 87.89 %. El tratamiento 6 comprendido por Diquat (2 L/ha) presentó el valor más alto de tratamiento con \$354. Mientras los demás tratamientos generaron costos que oscilan entre 181.50 y \$300.

*Palabras claves:* cacao, malezas, manejo integrado, diagnóstico, herbicidas

## ABSTRACT

The objective of this research was to diagnose and control weeds in cocoa (*Theobroma cacao L.*) crops in the Ventanas district. The experiment was carried out in the summer season on a CCN 51 cocoa plantation that had been planted eight months earlier, with a spacing of 3 m x 3 m and shade from banana trees that had been planted three months earlier. A completely randomized block design was applied with seven treatments and four replicates. To detect statistically significant differences between treatments for the variables analyzed, the Tukey test was applied at 5%. The following variables were evaluated: existing weeds, toxicity index, control efficacy, and economic analysis. The presence of narrow-leaved weeds such as barnyard grass (*Eleusine indica*) and caminadora (*Rotboellia cochinechinesis*) was determined. Broadleaf weeds were also found: cat's tail (*Acalypha alopecuroides*), sandalwood (*Pombalia linearifolia*), spurge (*Euphorbia hirta*), nettle (*Spermatophyta*), milkweed (*Euphorbia hetiphylla*), catnip (*Nepeta cataria*), and fleabane (*Hibrida mentha rotunfolia*). The herbicides applied to the cocoa crop showed slight damage to the crop after 7 days with the use of Paraquat at doses of 1.5 L/ha and 2 L/ha on a scale of 0.5 and 0.8, according to the ALAM scale. After 14 days, there was still no damage in the same treatments, which was also evident in the following days of evaluation, where no damage was observed in the treatments studied. The effectiveness of weed control was evident with the application of ammonium glufosinate at a dose of 1.5 L/ha from 14 days to 42 days of evaluation,

with a range of 84.85% to 87.89%. Treatment 6, consisting of Diquat (2 L/ha), had the highest treatment value at \$354. The other treatments generated costs ranging from \$181.50 to \$300.

*Keywords:* cocoa, weeds, integrated management, diagnosis, herbicides

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Atribution 4.0 International. 

## INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo de gran importancia económica y social en más de 50 países tropicales del mundo, particularmente en África Occidental, América Latina y el Sudeste Asiático. Sin embargo, su producción enfrenta múltiples desafíos, siendo la presencia de malezas una de las principales causas de reducción en los rendimientos (Coloma et al., 2017).

A nivel internacional, se promueve el Manejo Integrado de Malezas (MIM), una estrategia que combina métodos culturales, mecánicos, biológicos y químicos con el fin de minimizar los impactos ambientales y mejorar la rentabilidad. Investigaciones en países como Ghana y Costa de Marfil, principales productores de cacao, han demostrado que una adecuada identificación de especies de malezas y su monitoreo constante pueden reducir hasta en un 40 % las pérdidas productivas. Además, la aplicación de coberturas vegetales, como leguminosas, ha mostrado ser una alternativa ecológica para suprimir el crecimiento de malezas y conservar la humedad del suelo (Asare et al., 2019).

Ecuador se encuentra entre los mayores exportadores de cacao fino de aroma en el mundo, destacándose por su variedad Nacional, reconocida por su calidad y sabor único. No obstante, la producción nacional enfrenta desafíos significativos relacionados con el manejo fitosanitario, entre ellos el control de malezas. Estudios realizados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) señalan que la competencia de malezas puede reducir la producción de cacao en un 30 % a 50 %, especialmente durante los primeros tres años del establecimiento del cultivo. En muchas zonas del país, el control de malezas aún se realiza de forma manual, lo cual representa altos costos laborales y escasa eficiencia (INIAP, 2022).

En respuesta a estos desafíos, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) ha impulsado la capacitación de pequeños productores en técnicas sostenibles de control de malezas, incluyendo el uso de coberturas vivas, la rotación de cultivos y el uso racional de herbicidas selectivos. Sin embargo, la adopción de estas prácticas aún es limitada por factores como el bajo acceso a tecnología, la falta de asistencia técnica continua y la escasa organización de los productores. Es evidente que el diagnóstico correcto de las especies de malezas predominantes y su manejo integrado son fundamentales para mejorar la competitividad del cacao ecuatoriano (MAG, 2023).

La provincia de Los Ríos es una de las principales zonas productoras de cacao en Ecuador, gracias a su clima húmedo tropical y a la tradición agrícola de sus habitantes. En esta región, el cultivo de cacao representa una fuente vital de ingresos para miles de familias rurales. No obstante, los productores de la zona enfrentan constantes dificultades relacionadas con la proliferación de malezas como *Imperata cylindrica*, *Rottboellia cochinchinensis* y *Cyperus rotundus*, las cuales invaden rápidamente los cacaotales y compiten de manera agresiva con el

cultivo. Estas malezas son especialmente problemáticas durante la época lluviosa, cuando las labores manuales se dificultan y los costos de control aumentan. (Chica et al., 2021).

En Ecuador, y particularmente en la provincia de Los Ríos, las malezas continúan siendo una problemática importante para los pequeños y medianos productores cacaoteros; teniendo en cuenta que muchas fincas carecen de un manejo técnico adecuado para controlar las malezas, recurriendo mayormente a métodos manuales o al uso indiscriminado de herbicidas. Según estudios recientes, las especies más comunes en los cacaotales ecuatorianos son: *Cyperus rotundus*, *Imperata cylindrica*, las cuales presentan alta resistencia y rápida propagación. Esta situación limita la productividad, incrementa los costos de producción (INIAP, 2022).

Las malezas compiten directamente con el cultivo por nutrientes, agua y luz, y en muchos casos también sirven como refugio para plagas y enfermedades, complicando aún más el manejo agronómico. En consecuencia, el control eficaz de malezas es un componente esencial en cualquier sistema de producción cacaotero. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2020).

Las malezas interfieren directamente en el crecimiento de las plantas al competir por recursos esenciales como luz, agua y nutrientes, lo que puede reducir significativamente el rendimiento y calidad de los frutos (Hipo, 2017).

A pesar de la relevancia del manejo de malezas, muchos productores de cacao aún implementan prácticas empíricas, sin un diagnóstico técnico previo ni una estrategia integrada. Esto puede derivar en aplicaciones ineficientes de herbicidas, mayor inversión en mano de obra o daños colaterales a los cultivos (López et al, 2019).

El diagnóstico preciso de las especies de malezas presentes en el cultivo es una herramienta fundamental para diseñar planes de manejo eficientes, sostenibles y adaptados a cada contexto productivo (FAO, 2015).

Diversos estudios han demostrado que el manejo integrado de malezas en cacaotales debe considerar aspectos como el ciclo de vida de las malezas, su densidad poblacional y su distribución espacial en el campo. Técnicas como el deshierbe manual, la cobertura vegetal, el uso de herbicidas selectivos y la implementación de barreras vivas son estrategias comúnmente utilizadas. Destacan que el control cultural, mediante el uso de coberturas naturales o sembradas, ha demostrado ser eficaz en la reducción del crecimiento de malezas y en la mejora de la conservación del suelo en plantaciones de cacao en sistemas agroforestales (Rodríguez et al., 2020).

El control sostenible de malezas debe incorporar prácticas que reduzcan el uso excesivo de agroquímicos, promoviendo la salud del suelo y reduciendo los impactos ambientales. En este sentido, el diagnóstico temprano mediante monitoreo periódico permite ajustar las estrategias de control a las condiciones específicas del cultivo. La integración de herramientas tecnológicas como sensores remotos y sistemas de información geográfica (SIG) está empezando a aplicarse

en algunos países para mapear la presencia de malezas y optimizar las acciones de manejo (Méndez y Torres, 2021).

La presencia de las malezas en áreas cultivables en la producción de cacao reduce la eficiencia de la fertilización y la irrigación, facilita el aumento de la densidad de otras plagas y al final los rendimientos agrícolas y su calidad decrece severamente (Rocafuerte, 2023).

En el cultivo de cacao, las malezas pueden reducir significativamente el rendimiento, especialmente durante los primeros años de establecimiento del cultivo, cuando las plantas aún no han desarrollado un dosel que sombreé eficazmente el suelo (González y Paredes, 2021).

Una de las principales afectaciones de las malezas en cacao es la competencia por agua y nutrientes, lo que debilita el crecimiento del árbol y retrasa su entrada en producción. Además, ciertas malezas hospedan plagas y enfermedades, actuando como reservorios de patógenos que pueden afectar directamente al cacao (Santos et al., 2020).

El control inadecuado de malezas mediante el uso excesivo de herbicidas también puede ocasionar problemas, como la aparición de especies resistentes o la contaminación ambiental. Por esta razón, se recomienda un manejo integrado que combine métodos mecánicos, manuales y químicos, de forma racional y sostenible (Castillo et al., 2023).

El cultivo de cacao se ve afectado por la presencia de diversas especies de malezas que compiten por nutrientes, agua, luz y espacio, lo que reduce significativamente el rendimiento y la calidad del cultivo; un diagnóstico adecuado de las malezas en plantaciones cacaoteras es esencial para establecer estrategias de manejo integrado que resulten sostenibles y eficaces (Sánchez et al., 2020).

Chávez et al. (2020) mencionan que el diagnóstico de malezas implica el reconocimiento e identificación de las especies presentes en el área cultivada, así como la evaluación de su densidad, distribución, hábito de crecimiento y etapa fenológica. Esta información es crucial para determinar las estrategias de manejo más efectivas.

En las etapas iniciales del cultivo, especialmente durante los primeros dos a tres años, las malezas de crecimiento rápido y adaptadas a condiciones tropicales como *Imperata cylindrica*, *Panicum maximum*, *Cyperus spp.*, y *Mimosa pudica* tienden a dominar el área de cultivo; estas malezas afectan directamente el desarrollo del cacao joven al sombrear las plantas y disminuir su tasa de fotosíntesis (Rodríguez y Guzmán, 2019).

El diagnóstico debe incluir un reconocimiento florístico, evaluaciones de cobertura y biomasa de malezas, así como un análisis fenológico y estacional, ya que la dinámica poblacional de las malezas varía en función del clima, tipo de suelo y prácticas agrícolas (Morales et al., 2021).

Asimismo, es común que en los sistemas de cacao se encuentren malezas leñosas o semileñosas como *Vernonia cinerea*, *Chromolaena odorata*, y *Ageratum conyzoides*, las cuales son difíciles de erradicar con métodos manuales y requieren estrategias más específicas (FAO, 2018).

Estudios realizados en zonas cacaoteras del Ecuador indican que el manejo inadecuado de malezas puede favorecer el desarrollo de plagas y enfermedades, al crear microclimas húmedos y sombreados favorables para organismos como *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora palmivora* (Pacheco et al., 2022).

El diagnóstico también debe considerar la presencia de especies invasoras, ya que algunas malezas introducidas tienen una alta capacidad de dispersión y adaptación, dificultando el control químico o mecánico. La utilización de herramientas como la clasificación por tipos funcionales, índices de diversidad y mapeo georreferenciado puede mejorar significativamente la precisión del diagnóstico (García y López, 2020).

El control de malezas en el cultivo de cacao es una práctica fundamental para asegurar un desarrollo adecuado del cultivo, minimizar la competencia por recursos y reducir la incidencia de plagas y enfermedades. Las malezas interfieren directamente en el crecimiento del cacao, especialmente en las etapas iniciales, al competir por agua, nutrientes, luz y espacio (Delgado y Córdova, 2019).

El control químico, mediante el uso de herbicidas, se ha convertido en una alternativa ampliamente utilizada debido a su eficiencia y rapidez. Sin embargo, su uso debe ser estratégico para evitar la aparición de resistencia y minimizar los impactos ambientales (Torres et al., 2023).

El uso de herbicidas debe realizarse bajo prácticas de manejo integrado de malezas, combinando métodos culturales, mecánicos y químicos. Se recomienda aplicar los herbicidas cuando las malezas están en estados jóvenes para maximizar su eficacia y reducir la cantidad de producto utilizado (Montoya et al., 2017).

Es importante evitar la deriva del producto hacia las plantas de cacao, ya que incluso productos no selectivos pueden causar fitotoxicidad. El uso de boquillas apropiadas, condiciones climáticas adecuadas (sin viento o lluvia inmediata) y la capacitación de los operarios son factores clave para un uso seguro y eficaz (González et al., 2022).

El manejo de malezas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) es esencial para garantizar el adecuado desarrollo de las plantas, ya que la competencia por agua, luz y nutrientes afecta significativamente el rendimiento y la sanidad del cultivo (Gómez y Rengifo, 2022).

El control químico mediante herbicidas es una práctica común en cacaotales, especialmente en sistemas de producción convencional. Los herbicidas más usados incluyen glifosato, paraquat y, en menor medida, diuron y 2,4-D, dependiendo del tipo de maleza presente y del momento fenológico del cultivo (Sierra et al., 2021).

El glifosato es un herbicida sistémico de amplio espectro, muy utilizado por su eficacia contra malezas gramíneas y de hoja ancha, aplicado comúnmente en franjas o sitios específicos para evitar contacto con el cultivo (Ramírez y Guzmán, 2020).

El uso excesivo o mal manejado de herbicidas puede causar fitotoxicidad en las plantas de cacao, contaminación de suelos y cuerpos de agua, así como impactos negativos sobre la

biodiversidad del sistema agroforestal. Por ello, se recomienda aplicar criterios técnicos en la dosificación, frecuencia y selección del herbicida (Pérez y Castillo, 2023).

Estudios realizados en Ecuador y Colombia han demostrado que el uso dirigido de glifosato y mezclas con herbicidas residuales como oxifluorfén o imazapir, aplicados en momentos críticos del crecimiento de malezas, permite mantener los lotes limpios durante el primer año de establecimiento del cacao sin afectar su desarrollo (Moreno et al., 2022).

## METODOLOGÍA

El tipo de investigación que se ejecutó es experimental, en la cual se evaluó la eficacia de los diferentes tratamientos para el control de malezas en el cultivo de cacao. Este experimento se llevó a cabo en la época seca, durante el mes de junio de 2025, cuando ya no existen lluvias. En una plantación de cacao CCN 51 de 8 meses de sembrado, con un distanciamiento a 3 m x 3 m.

La presente investigación se realizó en los previos de la Finca La Tigresa ubicada en el Cantón Ventanas, con las siguientes coordenadas UTM, latitud: - 1.4448843°, longitud: - 79.46815224°. La población estuvo determinada por las especies de malezas presentes en el cultivo de cacao, las mismas que fueron controladas por las dosis de los diferentes herbicidas descritos en los tratamientos. La muestra estuvo conformada por las especies de malezas existentes en cada tratamiento, las mismas que fueron identificadas y posteriormente controladas por los herbicidas aplicados.

Se aplicó un diseño estadístico de bloques completos al azar con 7 tratamientos y 4 repeticiones. Cada unidad experimental estuvo conformada por una superficie de 10 x 10 m, evadiendo bordes de callejones y dejando 4 m entre unidades experimentales.

Los seis tratamientos estuvieron conformados con tres herbicidas diferentes de diversas casas comerciales con diversas dosis de aplicación para el control químico de malezas y un tratamiento con control mecánico que se relaciona al testigo. Estos siete tratamientos estuvieron conformados por 4 repeticiones cada uno, dando un total de 28 parcelas experimentales de 10 m x 10 m (Tabla 1).

**Tabla 1**  
*Tratamientos utilizados en el ensayo*

Nº	Tratamientos	Dosis (L/ha)	Época de aplicación
1	Glufosinato de amonio	1.5 L	Inicio del ensayo y posteriormente a los 30 días
2	Glufosinato de amonio	2 L	Inicio del ensayo y posteriormente a los 30 días
3	Paraquat	1.5 L	Inicio del ensayo y posteriormente a los 30 días
4	Paraquat	2 L	Inicio del ensayo y posteriormente a los 30 días
5	Diquat	1.5 L	Inicio del ensayo y posteriormente a los 30 días
6	Diquat	2 L	Inicio del ensayo y posteriormente a los 30 días
7	Testigo	Control Mecanico	Control Mecanico

Los datos recopilados en cada variable fueron procesados estadísticamente, se determinaron parámetros de estadística descriptiva: media, desviación estándar, error estándar, coeficiente de variación. Además, se realizó un análisis de varianza para comparar los tratamientos de acuerdo con las fuentes de variación. Para detectar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para las variables analizadas, se aplicó la prueba de Tukey al 5 %. Para todos los análisis se empleó en el software de análisis estadístico *Infostat*.

Los diferentes tratamientos con herbicidas y dosificaciones fueron aplicados con una bomba de mochila CP-3 calibrada para un gasto de agua de 200 L/ha en cada aplicación, donde se utilizó una campana para evitar una afectación directa al cultivo de cacao. Antes de aplicar los tratamientos se delimitó cada parcela usando estaquillas pintadas de color blanco para su fácil reconocimiento, y estaquillas pintadas de rojo para identificar los espacios entre cada unidad experimental. Dentro del control mecánico se procedió a cortar toda la maleza al ras del suelo en cada área de la parcela experimental con la ayuda de una moto guadaña.

Dentro de cada parcela experimental se determinó las malezas presentes en los diferentes tratamientos.

La selectividad de los herbicidas se realizó visualmente a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación, calificando mediante la escala convencional de la asociación latinoamericana de malezas (ALAM):

**Tabla 2**  
*Índice de toxicidad mediante la escala convencional de la asociación latinoamericana de malezas (ALAM)*

Escala	Daño
0	Sin daño
1-3	Poco daño
4-6	Daño moderado
7-9	Daño severo
10	Muerte

Fuente: ALAM (1974).

Para determinar el control de malezas, se realizó la evaluación visual a los 14, 28 y 42 de haber efectuado la aplicación de los herbicidas en cada tratamiento calificándolo por medio de la escala de Henderson y Tilton:

$$\text{Eficacia de control (\%)} = [1 - (\text{Nca}/\text{Ncb})/(\text{Nta}/\text{Ntb})] \times 100$$

Dónde:

Ntb = número de malezas en el tratamiento antes de la aplicación

Nta = número de malezas en el tratamiento después de la aplicación

Ncb = número de malezas en el control/testigo antes de la aplicación

Nca = número de malezas en el control/testigo después de la aplicación

El análisis económico se determinó al finalizar el ensayo, basándose en los costos de los productos por hectárea, mano de obra y equipos en cada tratamiento.

## RESULTADOS

### **Malezas existentes**

De acuerdo al diagnóstico de malezas presentes en el cultivo de cacao se clasificó por malezas de hojas angostas y malezas de hojas anchas. Entre las malezas de hojas angostas se mencionan: Paja de burro (*Eleusine indica*) y Caminadora (*Rotboellia cochinechinesis*). Mientras que las malezas de hojas anchas encontradas son: Cola de gato (*Acalypha alopecuroides*), Chancleta (*Pombalia linearifolia*), Hierba de la golandrina (*Euphorbia hirta*), Ortiga (*Spermatophyta*), Lecherito (*Euphorbia hetephylla*), Menta de gato (*Nepeta cataria*) y Hierba de la pulga (*Hibrida mentha rotunfolia*).

**Tabla 3**

*Registro de malezas con mayor presencia en el cultivo de cacao*

<b>Malezas hojas angostas</b>	<b>Malezas de hojas anchas</b>
Paja de burro ( <i>Eleusine indica</i> )	Cola de gato ( <i>Acalypha alopecuroides</i> )
Caminadora ( <i>Rotboellia cochinechinesis</i> )	Chancleta ( <i>Pombalia linearifolia</i> )
	Hierba de la golandrina ( <i>Euphorbia hirta</i> )
	Ortiga ( <i>Spermatophyta</i> )
	Lecherito ( <i>Euphorbia hetephylla</i> )
	Menta de gato ( <i>Nepeta cataria</i> )
	Hierba de la pulga ( <i>Hibrida mentha rotunfolia</i> )

### **Índice de toxicidad**

En la Tabla 4, se muestran los promedios de índice de toxicidad a los 7, 14, 21, y 28 días después de la aplicación de los productos herbicidas. A los 7 días el uso de Paraquat en dosis de 1.5 L/ha y 2 L/ha registraron una escala de 0.5 y 0.8, equivalente a sin daño según la escala de ALAM. A los 14 días se mantuvo igualmente sin daño en los mismos tratamientos, evidenciándose de igual forma en los días posteriores de evaluación, donde no se observó ningún daño en los tratamientos estudiados.

**Tabla 4**

*Índice de toxicidad sobre el diagnóstico y control de malezas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en el Cantón Ventanas*

Nº	Tratamientos	Ingrediente activo	Dosis (L/ha)	Índice de toxicidad			
				7 días	14 días	21 días	28 días
T1	Glufosinato de amonio		1.5 L	0	0	0	0
T2	Glufosinato de amonio		2 L	0	0	0	0

T3	Paraquat	1.5 L	0.5	0	0	0
T4	Paraquat	2 L	0.8	0	0	0
T5	Diquat	1.5 L	0	0	0	0
T6	Diquat	2 L	0	0	0	0
T7	Testigo	Control Mecanico	0	0	0	0

### Eficacia de control de malezas (%)

Los valores de eficacia de control de malezas a los 14, 28 y 42 días después de la aplicación de productos se muestran en la Tabla 9. El análisis de varianza alcanzó diferencias significativas en todas las evaluaciones. Los coeficientes de variación fueron 11,05; 6,29; 6,7 %, respectivamente.

En la evaluación a los 14 días se evidenció que el mejor control de malezas fue con la aplicación de Glufosinato de amonio en dosis de 1,5 L/ha con 84,85 %, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el testigo obtuvo 0 % de eficacia de control de malezas.

En la evaluación a los 28 días se constató que el mejor control de malezas fue con la aplicación de Glufosinato de amonio en dosis de 1,5 L/ha con 85,91 %, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el testigo obtuvo 0 % de eficacia de control de malezas.

En la evaluación a los 42 días se registró que el mejor control de malezas fue con la aplicación de Glufosinato de amonio en dosis de 1,5 L/ha con 87,89 %, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el testigo obtuvo 0 % de eficacia de control de malezas.

**Tabla 5**

*Eficacia de control de malezas, sobre el diagnóstico y control de malezas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en el Cantón Ventanas*

Nº	Ingrediente activo	Dosis (L/ha)	Eficiencia de control (%)		
			14 días	28 días	42 días
T1	Glufosinato de amonio	1.5 L	84,85 a	85,91 a	87,89 a
T2	Glufosinato de amonio	2 L	77,72 ab	71,46 b	73,69 b
T3	Paraquat	1.5 L	71,4 ab	70,83 b	77,5 b
T4	Paraquat	2 L	72,57 ab	71,13 b	71,01 b
T5	Diquat	1.5 L	67,82 b	66,19 b	74,44 b
T6	Diquat	2 L	71,76 ab	68,01 b	68,93 b

T7	Testigo	Control Mecanico	0 c	0 c	0 c
Promedio general			63,73	61,93	64,78
Significancia estadística			*	*	*
Coeficiente de variación (%)			11,05	6,29	6,7

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey

ns = no significativo

\*= significativo

\*\* = altamente significativo

### Análisis económico

En la Tabla 6 se detallan los costos de los herbicidas, herramientas utilizadas y jornal de cada tratamiento datos expresados en hectáreas. Se observó que el tratamiento 6 comprendido por Diquat (2 L/ha) presentó el valor más alto de tratamiento con \$354. Mientras los demás tratamientos generaron costos que oscilan entre 181,50 y \$300. El costo del tratamiento a base de Diquat (2 L/ha) es significativamente alto, esto se debe que el precio del herbicida es mayor.

**Tabla 6**  
*Análisis económico entre tratamientos por hectárea*

Componentes	T1: Glufosinato de amonio (1.5 L/ha)	T2: Glufosinato de amonio (2 L/ha)	T3: Paraquat (1.5 L/ha)	T4: Paraquat (2 L/ha)	T5: Diquat (1.5 L/ha)	T6: Diquat (2 L/ha)	T7: Testigo (Control Mecánico)
Precio de producto por tratamiento	\$7,50	\$10,00	\$5,25	\$7.00	\$25,00	\$34,00	\$0
Costo de alquiler de equipos	\$10	\$10	\$10	\$10	\$10	\$10	\$0
Precio de mano de obra	\$15	\$15	\$15	\$15	\$15	\$15	\$0
Mano de obra	6	6	6	6	6	6	0
Costo total(\$)	\$195.00	\$210.00	\$181.50	\$192.00	\$300.00	\$354.00	\$0.00

### DISCUSIÓN

La mayor eficacia observada para el glufosinato de amonio a 1,5 L ha<sup>-1</sup> a lo largo de las evaluaciones (14 a 42 días) es coherente con la literatura que destaca la eficacia de herbicidas de amplio espectro cuando se aplican a dosis adecuadas y en estados fenológicos favorables de las malezas en cacao bajo sombra o en sistemas agroforestales (López, 2019). Estas condiciones

suelen favorecer un control rápido y sostenido de malezas de hoja angosta y ancha, compatibles con los objetivos de manejo integrado de malezas (MIM) en cacao (Castillo et al., 2023).

La aplicación de paraquat y diquat mostraron eficacias menores a lo largo del periodo de evaluación, con diferencias significativas frente al glufosinato 1,5 L ha<sup>-1</sup> en varios momentos. Este patrón se alinea con la evidencia de que la eficacia de herbicidas depende del modo de acción, la dosis y la composición de la comunidad de malezas presente, por lo que la selección de herbicidas debe considerar estas variables (Torres et al., 2023).

El índice de toxicidad mediante la escala ALAM prácticamente mostró 0 en la mayoría de los tratamientos, lo que concuerda con la literatura que reporta selectividad aceptable de herbicidas bien gestionados en cacao, cuando se respetan dosis y condiciones de aplicación (FAO, 2018; INIAP, 2022). Esto apoya la idea de que la seguridad al cultivo puede mantenerse con prácticas adecuadas de manejo químico en cacao bajo sombra.

Los daños transitorios observados con paraquat (0,5–0,8 ALAM a los 7 días) que desaparecen posteriormente también se han documentado en estudios donde la selectividad depende de la compatibilidad entre dosis y condiciones ambientales, sugiriendo que reacciones iniciales pueden mitigarse con manejo adecuado (López y Cárdenas, 2019).

Se resalta en base a los resultados que la mayor parte de los tratamientos evaluados exhiben buena selectividad respecto al cacao bajo las condiciones del ensayo, siendo el glufosinato 1,5 L ha<sup>-1</sup> el más favorable desde la perspectiva de seguridad a corto plazo (FAO, 2018; INIAP, 2022).

Los costos por tratamiento reportados muestran que las estrategias basadas en diquat pueden ser más costosas, lo que resalta la necesidad de incorporar criterios de costo-eficacia en decisiones de manejo de malezas en cacao, especialmente en fincas de pequeño y mediano tamaño (Méndez y Torres, 2021).

En relación al glufosinato de amonio a 1,5 L ha<sup>-1</sup> no es el más costoso, su combinación de alta eficacia y costo moderado sugiere, en un marco de MIM, una opción razonable para la adopción inicial, siempre que se complemente con prácticas culturales y mecánicas para reducir dependencia de herbicidas y disminuir riesgos de resistencia (Castillo et al., 2023).

## CONCLUSIONES

Se determinó la presencia de malezas de hojas angostas tales como: Paja de burro (*Eleusine indica*) y Caminadora (*Rotboellia cochinchinensis*). También se evidencio malezas de hojas anchas: Cola de gato (*Acalypha alopecuroides*), Chanclera (*Pombalia linearifolia*), Hierba de la golandrina (*Euphorbia hirta*), Ortiga (*Spermatophyta*), Lecherito (*Euphorbia heterophylla*), Menta de gato (*Nepeta cataria*) y Hierba de la pulga (*Hibrida mentha rotundifolia*).

Los herbicidas aplicados en el cultivo de cacao, permitieron determinar un daño leve en el cultivo a los 7 días con el uso de Paraquat en dosis de 1,5 L/ha y 2 L/ha con una escala de 0,5

y 0,8, según la escala de ALAM. A los 14 días se mantuvo igualmente sin daño en los mismos tratamientos, evidenciándose de igual forma en los días posteriores de evaluación, donde no se observó ningún daño en los tratamientos estudiados.

La eficacia del control de malezas se evidenció con la aplicación del Glufosinato de amonio en dosis de 1,5 L/ha desde los 14 días hasta los 42 días de evaluación con un rango de 84,85 % a 87,89 %.

El tratamiento 6 comprendido por Diquat (2 L/ha) presentó el valor más alto de tratamiento con \$354. Mientras el tratamiento 3 Paraquat (1.5 L/ha) generaron costos de \$ 181,50 y el tratamiento 5 Diquat (1.5 L/ha) con costos de \$300.

## REFERENCIAS

- Asare, R., Asare, R. A., & Markussen, B. (2019). Cover crops and shade trees suppress weeds and improve cocoa yield. *Agroforestry Systems*, 93(6), 2139–2150. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0322-4>
- Castillo, R., Jiménez, A., & Rodríguez, M. (2023). Manejo integrado de malezas en sistemas agroforestales de cacao en América Latina. *Revista Agroecológica Latinoamericana*, 12(1), 55–68. <https://doi.org/10.1007/ral.2023.0121>
- Chávez, J. A., Medina, L. F., & Gómez, E. (2020). Buenas prácticas agrícolas y sostenibilidad en el cultivo de cacao. *Agropecuaria Técnica*, 9(2), 22–28.
- Chica, J., Morán, L., & Vélez, A. (2021). Diagnóstico fitosanitario de malezas en sistemas de cacao en Los Ríos, Ecuador. *Revista Agropecuaria Técnica*, 15(2), 45-52.
- Coloma-Coloma, T., Alulema-Cuesta, M., España-Escobar, Y., & Gualliche-Serdan, L. (2017). Elaboración de un herbicida natural a partir de la pulpa mucilaginosa del cacao (*theobroma cacao*). *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, 10(29).
- Delgado, R., & Córdova, J. (2019). *Manejo de malezas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en zonas tropicales húmedas*. *Revista Agroforestal*, 12(1), 27–34.
- FAO. (2015). *Good agricultural practices for sustainable cacao production: A guide for training*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org>
- FAO. (2018). *Guía técnica para el manejo sostenible de malezas en sistemas agroforestales*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org>
- García, M., & López, J. (2020). Caracterización florística y manejo de malezas en sistemas agroforestales de cacao. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(2), 215–224. <https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i2.11819>
- Gómez, R., & Rengifo, C. (2022). Manejo de malezas en sistemas agroforestales de cacao. *Revista Colombiana de Agricultura Tropical*, 38(1), 55–64. <https://doi.org/10.21897/r.cat.2022.38155>
- González, D., Herrera, P., & Vargas, A. (2022). Capacitación técnica en el uso de herbicidas para cultivos perennes. *Revista de Tecnología Agraria*, 18(1), 67–75.
- González, L. E., & Paredes, F. J. (2021). Evaluación de métodos de control de malezas en plantaciones jóvenes de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica Agropecuaria*, 7(2), 45–53. <https://doi.org/10.32645/rca.v7n2.2021.456>
- Hipo, M. R. (2017). Aplicación de mucilago de semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el control de malezas. *Repo.Uta.Edu.Ec*, 1.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP. 2022). *Guía técnica para el manejo de malezas en cacao nacional y clonado*. Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

López, M., Pérez, R., & Cárdenas, J. (2019). Efectos de la competencia de malezas en el establecimiento de cacao en sistemas agroforestales. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 13(2), 305–315. <https://doi.org/10.17584/rcch.2019v13i2.10283>

Méndez, S., & Torres, F. (2021). Tecnologías aplicadas al manejo integrado de malezas en cultivos perennes. *Agroecología y Desarrollo Rural*, 12(1), 56–65. [https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/16123?utm\\_source=chatgpt.com](https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/16123?utm_source=chatgpt.com)

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (MAG. (2023). *Informe de diagnóstico productivo del cacao en zonas estratégicas del Ecuador*. Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Montoya, C., Paredes, J., & Luna, S. (2017). Buenas prácticas agrícolas en el manejo de malezas del cacao en sistemas agroforestales. *Revista Cultivos Tropicales*, 38(3), 55–62.

Morales, A., Vega, J., & Moreno, F. (2021). Evaluación de la cobertura y dinámica de malezas en sistemas agroforestales con cacao. *Agronomía Mesoamericana*, 32(1), 135–147. <https://doi.org/10.15517/am.v32i1.45230>

Moreno, J. A., Herrera, J. E., & López, M. T. (2022). Efectividad de herbicidas en el control de malezas en viveros y parcelas de cacao en la Amazonía ecuatoriana. *Revista Agroforestal Amazónica*, 8(2), 45–52. <https://doi.org/10.32776/agroamazonia.v8i2.156>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (FAO. 2020). *The State of Agricultural Commodity Markets 2020*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Pacheco, E., Rodríguez, D., & Menéndez, M. (2022). Interacción entre malezas, plagas y enfermedades en el cultivo de cacao en la Amazonía ecuatoriana. *Revista Amazónica de Ciencias Agropecuarias*, 9(1), 50–60. <https://doi.org/10.32719/26312816.2022.9.1.5>

Pérez, D., & Castillo, F. (2023). Buenas prácticas agrícolas en el manejo químico de malezas en el cacao. *Agronomía Mesoamericana*, 34(1), 123–130. <https://doi.org/10.15517/am.v34i1.56234>

Ramírez, L., & Guzmán, H. (2020). *Control químico y alternativas de manejo de malezas en cacao*. Boletín Técnico INIAP, 212, 1–16. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Rocafuerte Abad, K. K. (2023). *Géneros de malezas nocivas y control en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L*) Babahoyo–Ecuador* (Tesis de grado). Universidad Técnica de Babahoyo.

- Rodríguez, D., & Guzmán, F. (2019). Malezas comunes en plantaciones de cacao: Guía de identificación y control. *Boletín Técnico del INIAP*, No. 154, 1–32. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Rodríguez, P., Gómez, L., & Morales, J. (2020). Estrategias de manejo de malezas en cacaotales agroforestales. *Revista Colombiana de Ciencias Agrícolas*, 37(2), 89–97. [https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/16123?utm\\_source=chatgpt.com](https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/16123?utm_source=chatgpt.com)
- Sánchez, L., Herrera, M., & Castillo, P. (2020). Diagnóstico fitosanitario y manejo integrado de malezas en cacao. *Revista Fitotecnia Tropical*, 48(3), 290–298.
- Santos, C. A., Oliveira, M. L., & da Silva, R. F. (2020). Weeds as potential hosts for pests and diseases in cocoa plantations. *Agricultural Sciences*, 11(3), 257–266. <https://doi.org/10.4236/as.2020.113016>
- Sierra, M. A., Vargas, P., & Torres, L. (2021). Comparación de estrategias de control de malezas en sistemas cacaoteros tradicionales. *Ciencia y Agricultura*, 18(2), 84–91. <https://doi.org/10.19053/01228420.v18.n2.2021.13472>
- Torres, E., Mera, A., & Quintero, V. (2023). Evaluación de mezclas de herbicidas en el manejo de malezas perennes en cacao. *Fitotecnia Tropical*, 50(3), 189–197. <https://doi.org/10.21501/01220746.5023>