

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**CONTROL DE MALEZAS DE HOJA ANGOSTA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE
CLETHODIM EN *Theobroma cacao* (CACAO) EN TINGO MARÍA**

Tesis

**Para optar el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
JOSE LUIS CABALLERO AQUINO**

**Asesor:
GIANNFRANCO EGOÁVIL JUMP**

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° 004-2024-FA-UNAS

BACHILLER : JOSE LUIS CABALLERO AQUINO

TÍTULO : "CONTROL DE MALEZAS DE HOJA ANGOSTA
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CLETHODIM EN
Theobroma cacao (cacao) EN TINGO MARIA"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : M. Sc. MIGUEL EDUARDO ANTEPARRA PAREDES
VOCAL : Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN
VOCAL : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS

ASESOR : M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 21/02/2024

HORA DE SUSTENTACIÓN : 10:00 A.M.

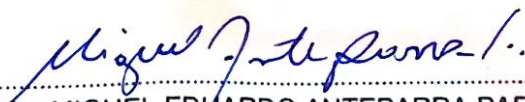
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIVISUAL DE LA F.A

CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 21 DE FEBRERO DE 2024


M. Sc. MIGUEL EDUARDO ANTEPARRA PAREDES
PRESIDENTE


Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN
VOCAL


Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
VOCAL


M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP
ASESOR



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 253 - 2024 - 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
CONTROL DE MALEZAS DE HOJA ANGOSTA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CLETHODIM EN <i>Theobroma cacao</i> (CACAO) EN TINGO MARÍA	JOSE LUIS CABALLERO AQUINO	21 % Veintiuno

Tingo María, 20 de agosto de 2024


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Menacho Mallqui
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



Control de malezas de hoja angosta mediante la aplicación de Clethodim en *Theobroma cacao*
(Cacao), Tingo María

Autor : Jose Luis Caballero Aquino

Asesor : M. Sc. Giannfranco Egoávil Jump

Programa de Investigación : Especies Agrícolas, sistemas de producción y protección vegetal

Línea (s) de Investigación : Diagnóstico y control de plagas

Eje temático de Investigación : Control de malezas

Lugar de Ejecución : Castillo Grande - Tingo María

Duración : 7 meses

Financiamiento : 3 064,80 soles

Tingo María – Perú. Febrero, 2024



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

OFICINA DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

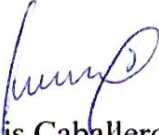
REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE Y TESISISTA

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

1. Datos Generales de Pregrado

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad : Facultad de Agronomía
Título de Tesis : Control de malezas de hoja angosta mediante la aplicación de Clethodim en *Theobroma cacao* (Cacao), Tingo María
Autor : Jose Luis Caballero Aquino
Asesor de Tesis : M. Sc. Giannfranco Egoávil Jump
Escuela Profesional : Agronomía
Programa de Investigación : Especies Agrícolas, sistemas de producción y protección vegetal
Línea (s) de Investigación : Diagnóstico y control de plagas
Eje temático : Control de malezas
Lugar de Ejecución : Castillo Grande - Tingo María
Duración : Inicio : Noviembre del 2020
Termino : Mayo del 2021
Financiamiento : FEDU : S/ 0.00
: Propio : S/ 3 046,80
: Otros : S/ 0.00

Tingo María – Perú. Febrero 2024


Jose Luis Caballero Aquino
Tesisista


Giannfranco Egoávil Jump
Asesor

DEDICATORIA

A Dios: Divino creador de todo lo que existe
quien me dio la vida y me dotó de inteligencia
para poder lograr mis objetivos, además de su
infinita bondad y amor

A mis queridos padres Porfirio Caballero
Padilla y Eulalia Aquino Ayala: por su cariño,
apoyo y confianza permanente en mi formación
profesional

A mis hermanas: por su apoyo moral y
emocional constante que me ha permitido ser
una persona de bien, pero más que nada, por su
cariño.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi Alma Mater, por su contribución en mi formación profesional

- A mis profesores de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Facultad de Agronomía, por ser los formadores académicos y sus consejos para hacer de nosotros, profesionales útiles al servicio de nuestra sociedad.

- A mi asesor M. Sc. Giannfranco Egoávil Jump, por su apoyo en la instalación, ejecución, conducción y redacción del informe final del presente trabajo de investigación.

- A los jurados de tesis: M. Sc. Miguel Eduardo Anteparra Paredes, presidente del jurado de tesis; Ing. Manuel Tito Viera e Ing. Carlos Miranda Armas, miembros de jurado, por sus oportunas sugerencias, orientación en la revisión, y culminación de mi tesis.

ÍNDICE

Página

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1.	Importancia del cultivo de cacao	2
2.2.	Malezas	3
2.2.1.	Clasificación de las malezas	4
2.2.1.1.	Malezas anuales.....	4
2.2.1.2.	Malezas bienales.....	5
2.2.1.3.	Malezas perennes	5
2.2.2.	Control de malezas.....	6
2.2.3.	Manejo de malezas en el cultivo de cacao	6
2.2.4.	Malezas reportadas en cultivo de cacao.....	7
2.3.	Herbicidas	9
2.3.1.	Época de aplicación de herbicidas	9
2.3.1.1.	Herbicidas de presembrado	10
2.3.1.2.	Herbicidas preemergentes	10
2.3.1.3.	Herbicida postemergentes	10
2.3.2.	Herbicida Clethodim (Aquiles).....	11
2.4.	Investigaciones relacionadas sobre el control químico de malezas.....	11
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1.	Lugar de ejecución.....	14
3.1.1.	Historial del campo experimental	14
3.1.2.	Características climáticas.....	15
3.1.3.	Análisis inicial de suelos.....	15
3.1.4.	Presencia de malezas en el campo experimental	16
3.2.	Diseño estadístico	17
3.2.1.	Componentes en estudio	17
3.2.2.	Tratamientos en estudio	18
3.2.3.	Diseño experimental	18
3.2.4.	Características del campo experimental	18
3.2.5.	Croquis del experimento	19
3.2.6.	Análisis estadístico	20

3.2.7. Regresión lineal	21
3.2.8. Coeficiente de determinación	21
3.2.9. Variables evaluadas	21
3.2.10. Dosificación	22
3.2.10.1. Cálculo de la dosis de herbicidas	22
3.2.10.2. Cálculo del gasto de agua	22
3.2.10.3. Preparación de la dosis	22
3.3. Metodología de evaluación	23
3.3.1. Determinación la porcentaje y eficiencia de control	23
3.3.2. Determinación del efecto residual	25
3.3.3. Parámetros poblacionales	26
3.3.4. Determinación del análisis económico	26
3.3.5. Identificación	28
3.4. Ejecución del experimento.....	29
3.4.1. Demarcación del campo.....	29
3.4.2. Uniformización de altura de maleza	29
3.4.3. Identificación de las malezas en el campo experimental.....	30
3.4.4. Dosificación de tratamientos	31
3.4.5. Calibración del equipo	33
3.4.6. Aplicación de los tratamientos.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1. Porcentaje y eficiencia de los herbicidas	35
4.2. Efecto residual	45
4.2.1. Poder residual de los tratamientos	45
4.2.2. Ecuación lineal para repoblación de malezas	49
4.3. Análisis poblacional de malezas	51
4.3.1. Infestación de malezas	51
4.3.2. Densidad de malezas.....	55
4.4. Análisis económico.....	61
V. CONCLUSIONES	64
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	65
VII. REFERENCIAS.....	66
ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Principales malezas de hoja ancha que afectan el cultivo de <i>Theobroma cacao</i> L. en América Latina.....	7
2. Principales malezas de hoja angosta que afectan el cultivo de <i>Theobroma cacao</i> L. en América Latina.	8
3. Recomendaciones de uso del herbicida Clethodim (Aquiles).....	11
4. Condiciones climáticas durante la ejecución del experimento	15
5. Análisis inicial de caracterización de suelo	16
6. Porcentaje de las malezas en el cultivo de cacao identificadas al inicio de la ejecución del experimento, en el distrito de Castillo Grande, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, entre los meses de noviembre (2020) a mayo (2021).....	17
7. Componentes en estudio	17
8. Descripción de los tratamientos.	18
9. Modelo del análisis de varianza para diseño de bloques completos al azar.....	21
10. Escala de evaluación visual de control de malezas.....	23
11. Índice de Rebrote.	25
12. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para porcentaje de control de malezas en cacao a los 15, 30, 45,60, 75, 90, 105 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos en el distrito de Castillo Grande, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).....	36
13. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) del porcentaje de control de malezas en cacao a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).	37
14. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para la eficiencia de control de los herbicidas en cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, de noviembre del 2020 a mayo del 2021.	38
15. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) para la eficiencia de los herbicidas en el control de malezas en cacao a los 30, 60, 90, 120 días después de la aplicación de los	

	tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).....	39
16.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) del rebrote de malezas en cacao a los 60, 90 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).....	45
17.	Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) del rebrote de malezas en cacao a los 60, 90 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021)	47
18.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) de la densidad de malezas en cacao a los 0, 30, 60 ,90 y 120 DDA de los tratamientos en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).....	55
19.	Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) para la densidad de malezas en cacao a los 0, 30, 60, 90 y 120 después de la aplicación de los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).	56
20.	Datos originales del porcentaje de control en el cultivo de cacao después de aplicar los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).....	79
21.	Datos originales de eficacia de los herbicidas en el cultivo de cacao, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).	82
22.	Datos originales de rebrote de malezas en el cultivo de cacao, después de aplicar los tratamientos en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).....	83
23.	Datos originales de densidad de malezas en el cultivo de cacao, después de aplicar los tratamientos en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).....	85
24.	Datos originales de la identificación de malezas en el cultivo de cacao antes de aplicar los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).	87
25.	Análisis de varianza detallado para el porcentaje de control de malezas en el cultivo de cacao después de aplicar los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).	89

26.	Análisis de varianza detallado del porcentaje de rebrote de malezas en el cultivo de cacao después de aplicar los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).	90
27.	Análisis de varianza detallado de la eficacia de control de malezas en el cultivo de cacao después de aplicar los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).	90
28.	Análisis de varianza detallado de la densidad de malezas en el cultivo de cacao después de aplicar los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).....	91
29.	Análisis económico de los tratamientos en estudio.....	91

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ubicación del campo experimental.....	14
2. Croquis del campo experimental.....	19
3. Detalle de la parcela experimental.....	20
4. Parcela experimental.....	20
5. Determinación del porcentaje del control de malezas: a. evaluación del tratamiento testigo, b. evaluación tratamiento T3 (Clethodim 0,50 L/ha), c. evaluación tratamiento T4 (Clethodim 0,75 L/ha) y d. evaluación del tratamiento T5 (Clethodim 1,00 L/ha).....	24
6. Evaluación del efecto residual de herbicidas: a. 30 días y b. 60 días.....	25
7. Parámetros poblacionales: a. campo experimental, b. enseñando como colocar el marco de madera, c. marco de madera de 1 x 1 cm y d. anotación del número de individuos.....	27
8. Identificando malezas: a. En campo definitivo, b. En laboratorio de R.N.R, c. Paspalum virgatum y d. Paspalum conjugatum.....	28
9. Demarcación de la parcela experimental.....	29
10. Uniformización de malezas.....	30
11. Identificación de malezas en campo: a. orientación de identificación de malezas por parte del jurado Ing. Manuel Tito Viera Huamán y b identificación de malezas por m ²	31
12. Medidas del herbicida: a. dosificación de herbicidas según tratamientos, b y c. dosis identificado en cada frasco y d. mezcla del herbicida en la mochila de fumigar.....	32
13. Calibración de equipo: a. llenando de agua y b. probando la boquilla de la mochila.....	33
14. Aplicación de herbicidas: a. mezcla de herbicidas con el agua, b. aplicación de 0,50 L/ha de Clethodim, c. aplicación de 0,75 Clethodim y d. aplicación de 1 L/ha de Clethodim.....	34
15. Eficiencia de los herbicidas en malezas de cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos.....	41
16. Regresión por tramos para el porcentaje de control de malezas hasta los 120 días después de la aplicación de los herbicidas en el cultivo de Theobroma cacao L.....	43
17. Porcentaje de rebrote de malezas a los 120 días de aplicación de los tratamientos....	49

18.	Regresión por tramos para repoblación de malezas de malezas a los 60, 90, 120 y 150 días después de la aplicación de los herbicidas en el cultivo de cacao.	50
19.	Diversidad de malezas en el suelo antes y después de la aplicación de los herbicidas en el cultivo de cacao	52
20.	Curva de densidad de malezas resultado de la aplicación de Clethodim en el cultivo de cacao.....	60
21.	Análisis económico de los tratamientos en estudio.....	62
22.	Uniformización del campo experimental previo a la aplicación de los herbicidas.....	92
23.	Demarcación del campo experimental	92
24.	Preparación de las dosis de aplicación de los herbicidas probado.	93
25.	Aplicación de los tratamientos en la parcela experimental.....	93
26.	Identificación de malezas/m ²	94
27.	Contabilización del número de malezas por el método del metro cuadrado.....	94
28.	Visita del miembro de jurado Ing. Manuel Tito Viera Huamán	95
29.	Visita del asesor M. Sc. Giannfranco Egoávil Jump.....	95
30.	Análisis físico químico inicial del suelo	96
31.	Identificación y certificación de los especímenes recolectados.....	97

RESUMEN

El experimento se llevó a cabo en el distrito de Castillo Grande, ubicado en la provincia de Leoncio Prado, perteneciente al departamento de Huánuco. El propósito de la investigación fue determinar los efectos del control de malezas de hoja angosta en el cultivo de *Theobroma cacao* L. mediante la aplicación de Clethodim. Se examinaron diferentes dosis de Clethodim, específicamente 0,5, 0,75 y 1 L/ha, además de considerar el control manual y un grupo de control absoluto sin intervención. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Para la comparación de los promedios, se aplicó la prueba de DGC con un nivel de significación del 0,05. Los parámetros evaluados incluyeron el porcentaje de control de malezas antes de la aplicación del herbicida, la densidad de malezas y el efecto potencial de control. Se observó que las aplicaciones de Clethodim a dosis de 1, 0,75 y 0,5 L/ha lograron un potencial de control del 100 %, a los 122 días, las aplicaciones de Clethodim a dosis de 0,5, 0,75 y 1 L/ha demostraron un mayor poder residual, con un 88,75 %, 78,75 % y 77,5 % de rebrote de malezas, respectivamente. En comparación, la aplicación de control manual resultó en un 100% de rebrote de malezas. Las aplicaciones de Clethodim a una dosis de 0,5, 0,75 y 1 L/ha obtuvieron una rentabilidad de S/ 0,93, 1,16 y 1,48 respectivamente, al mismo tiempo que lograron un poder residual mayor a los 120 días.

Palabra clave: Efecto residual, fitotoxicidad, suelo, análisis económico

ABSTRACT

The experiment took place in the Castillo Grande district, located in the Leoncio Prado province, belonging to the Huánuco department [of Peru]. The purpose of the research was to determine the effects of the control of narrow leaf weeds on the *Theobroma cacao* L. crop through the application of Clethodim. Different doses of clethodim were examined, specifically: 0.5, 0.75 and 1 L/ac; in addition to considering the manual control and the absolute control group with no intervention. The experimental design that was used was that of completely randomized blocks (CRBD; DBCA in Spanish), with five treatments and four repetitions. For the means comparison, the DGC test was applied with a 0.05 level of significance. The parameters that were evaluated included the percentage of weed control in comparison to the application of the herbicide, the density of the weeds, and the potential control effect. It was observed that the application of Clethodim at a dose of 1, 0.75 and 0.5 L/ac achieved a potential control of 100% at 122 days [after application], [and] the application of Clethodim at doses of 0.5, 0.75 and 1 L/ac demonstrated greater residual power, with 88.75%, 78.75% and 77.5% weed regrowth, respectively. In comparison, the application of manual control resulted in 100% weed regrowth. With the applications of Clethodim at doses of 0.5, 0.75 and 1 L/ac, a profitability of S/. 0.93, S/. 1.16, and S/. 1.48 was obtained, respectively; at the same time, a residual power greater than 120 days was achieved.

Key words: residual effect, phytotoxicity, soil, economic analysis

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, según López et al. (2020), el cultivo de cacao en Perú ha experimentado un crecimiento, impulsado principalmente por las tendencias favorables en el mercado internacional; este aumento enfrenta desafíos y limitaciones que necesitan ser examinados a fondo, con el fin de desarrollar medidas políticas que posibiliten una mejor utilización de las oportunidades presentes en el mercado mundial del cacao como lo menciona el IICA (2009); por otro lado, Dubon (2015), nos menciona que uno de los factores limitantes de la producción del cultivo de cacao son las malezas, siendo muy importante su control, para evitar la competencia por espacio, nutrientes, agua, además, puede ser hospedero de diversas plagas y enfermedades. Además, Paredes (2023), nos menciona que en la actualidad, los agricultores que se dedican al cultivo de cacao están experimentando una disminución en sus ingresos, lo cual se atribuye a diversos factores, entre estos factores se incluyen problemas como la proliferación de malezas, plagas y enfermedades; por esta razón, Jiménez (2022), indica que el control de malezas representa una parte significativa de los gastos totales necesarios para mantener un campo de cacao, especialmente durante los primeros años de establecimiento, es necesario plantear una adecuada gestión de una plantación de cacao libre de malezas, considerándole una práctica eficaz en el control de malezas según Dubon (2015); además, Arizaleta et al. (2008), considera que el uso de métodos de control químico es una alternativa, dado que la disponibilidad de mano de obra es cada vez más limitada y costosa.

En este contexto, Arca (2001), evaluó el control de malezas mediante el uso de métodos químicos, y se ha observado que estos métodos han arrojado resultados favorables en las condiciones agroclimáticas específicas de Tingo María, como lo menciona Requejo (2014) en su trabajo de investigación; por consiguiente, dada la creciente preferencia por herbicidas de nueva generación, como se ha concebido en la presente investigación, se han establecido los siguientes objetivos de investigación:

2.1. Objetivo general

- Determinar el efecto del control de malezas de hoja angosta en el cultivo de *Theobroma cacao* L., mediante aplicaciones del herbicida Clethodim.

2.2. Objetivos específicos:

- Evaluar el porcentaje y eficiencia de control de malezas.
- Evaluar el efecto residual del herbicida Clethodim.
- Evaluar la repoblación y población de malezas
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia del cultivo de cacao

En 2009, según la FAO, Latinoamérica produjo el 70 % del cacao orgánico a nivel mundial, en comparación con el 13 % de cacao convencional, mercado que estaba dominado por los productores africanos. Por otro lado, Quintero y Diaz (2004) indican que, La República Dominicana se destacó como el principal proveedor global de cacao orgánico, con un volumen anual de 5,000 toneladas; Además Barrientos (2015), menciona que a nivel internacional, la producción de cacao en Perú comenzó a desempeñar un papel más importante en la economía agraria. Según la ICCO en 2012, la producción peruana representaba menos del 1 % del total mundial, pero esta cifra podría mejorar a mediano plazo, dado el aparente facilitamiento de las relaciones comerciales entre productores locales e importadores.

Desde 2009, Morales et al. (2015), indica que el Perú ha participado en el Salon du Chocolat Paris, un evento que atrae a las principales organizaciones del mundo del cacao y el chocolate, en 2013, Perú recibió el Cocoa International Award, la más alta distinción en este encuentro, lo que contribuyó a mejorar la reputación del país entre los grandes compradores de chocolate fino y aumentó la demanda del cacao peruano. Actualmente, Gomez et al. (2014), nos menciona que los cultivos de cacao en Perú ocupan el segundo lugar en superficie agrícola permanente, abarcando un total de 144,200 hectáreas según el Censo Agropecuario del INEI de 2012, lo que representa el mayor crecimiento porcentual (95 %) desde 1995, cuando la superficie era de 48,800 hectáreas.

Para Barrientos (2015), el Perú ha aprovechado las políticas orientadas al mercado que han generado tasas de crecimiento del PIB real del 5,6 % desde el año 2000, siempre superando el promedio latinoamericano del 3.3%. Aunque la tasa de crecimiento en América Latina se redujo al 2,7 % en 2013, Perú se mantuvo en un 5,6 %. En 2016, según Mendoza (2017), la producción nacional de cacao alcanzó un récord histórico de 108,000 toneladas, consolidando al sector cacaotero peruano como uno de los más dinámicos de la agricultura nacional.

Flores (2016) nos indica que, según la Organización Internacional de Cacao (ICCO), Perú cuenta con el 60 % de las variedades de cacao en el mundo y concentra el 36 % de la producción mundial de cacao fino y de aroma. Además, Mendoza (2015), menciona que el Perú es el segundo mayor productor de cacao orgánico a nivel mundial, después de la República Dominicana. Según la Asociación Peruana de Productores de Cacao (APPCACAO), el 93 % de la producción nacional de cacao se concentra en siete de las 16 regiones donde se

cultiva el grano afirmado por IICA (2005). Hay alrededor de 30,000 productores de cacao en Perú según Morales et al. (2015), divididos en tres grupos principales según su relación legal con la tierra: dueños de parcelas, arrendadores de terrenos y encargados/administradores de terrenos, generalmente de propiedad familiar.

Por último, Coz (2019) nos menciona que hace algunos años, alrededor de 1993, la producción de cacao en Perú atravesó una etapa improductiva con rendimientos deficientes, como se evidenciaba en la zona de Quillabamba con 500 kg/ha y en Tingo María con 300 kg/ha. En la actualidad, el promedio nacional de parcelas bien manejadas supera los 800 kg/ha. Según el Ministerio de Agricultura [MINAG] (2003) y Montoya (2016) expresan que el departamento de Leoncio Prado, el 80 % de los agricultores logran rendimientos entre 400 y 600 kg/ha, seguidos por aquellos con rendimientos inferiores a 400 kg/ha y superiores a 600 kg/ha, cada uno representando el 10 %.

2.2. Malezas

En líneas generales, Tomas (2018), plantea que ciertas especies son catalogadas como malezas cuando no son deseadas en una determinada situación, ya sea en contextos productivos, paisajísticos o estéticos; además Alvarado et al. (2023) y Cerna (2007), expresan que la presencia de malezas en los cultivos constituye uno de los principales desafíos para la producción agrícola, ya que, bajo ciertas condiciones, pueden ocasionar daños económicos y sociales significativos al agricultor, estos daños se manifiestan de diversas maneras, como la competencia por nutrientes, agua y luz, la liberación de sustancias tóxicas a través de sus raíces y hojas, la interferencia en el proceso normal de la cosecha, y la propensión a crear un entorno propicio para la proliferación de otras plagas como artrópodos, ácaros y patógenos.

Aunque los costos asociados a las malezas pueden ser significativos, a menudo no se reconocen completamente debido a la ubicuidad de estas plantas no deseadas, dado que las malezas son tan comunes y se encuentran ampliamente distribuidas, las personas tienden a subestimar su importancia en términos de pérdidas y costos de control; según el Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura [INTAGRI] (2017), es crucial comprender que las malezas pueden no solo competir directamente con los cultivos por recursos esenciales, sino también desencadenar efectos secundarios perjudiciales, como la creación de condiciones propicias para la proliferación de otras plagas y la contaminación de la producción obtenida.

2.2.1. Clasificación de las malezas

2.2.1.1. Malezas anuales

Para Arroyo et al. (2019), las malezas anuales son aquellas que completan su ciclo de vida, desde la germinación hasta la producción de semillas, en una sola estación o temporada de crecimiento. La duración de este ciclo puede variar, oscilando entre 30 días y varios meses, dependiendo de la especie. Estas malezas se reproducen exclusivamente por semillas, las cuales son producidas en cantidades significativas. Se consideran las malezas más prevalentes en suelos agrícolas y están siempre presentes en suelos altamente perturbados según Fernández (1982). Por otro lado, Leòn (2012) indica que las malezas anuales se dividen, según sus requerimientos de temperatura, en dos grupos principales. Las anuales de otoño e invierno toleran bajas temperaturas, germinan durante el otoño o invierno, crecen durante el invierno, producen semillas y mueren en verano. Ejemplos de estas incluyen la ballica (*Lolium perenne* ssp. multiflorum), la avenilla (*Avena fatua*) y el rábano (*Raphanus* spp). Así también, Rodríguez (2012) explica que, las malezas anuales de primavera-verano, por otro lado, no toleran bajas temperaturas, germinan en primavera, crecen y se desarrollan durante primavera y verano, producen semillas y mueren en otoño o al inicio del invierno, dependiendo de las temperaturas, ejemplos de estas son la pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*), los hualcachos (*Echinochloa* spp) y el duraznillo (*Polygonum persicaria*).

La FAO (1996), menciona que en algunas zonas, pueden desarrollarse malezas anuales de invierno durante la primavera-verano, pero en menor cantidad, además, algunas pueden germinar en primavera-verano y sobrevivir en otoño-invierno cuando el clima es más suave, sin embargo, esto no ocurre en zonas templadas con estaciones claramente diferenciadas, ya que muchas malezas de verano no toleran bajas temperaturas, en Chile, dependiendo de la región, algunas especies como la sanguinaria (*Polygonum aviculare*) pueden germinar durante todo el año, aunque se adaptan mejor a la primavera.

Según Barillas y Echegoyen (2014) y INTAGRI (2017), las malezas también se pueden clasificar según el tipo de hoja, ya sea de hoja ancha (latifoliadas) o de hoja angosta, que son gramíneas (*Poaceae*), ambos tipos se propagan mediante semillas y son susceptibles al control mediante el corte en sus primeros estados de desarrollo, a pesar de esto, la respuesta al corte difiere entre los dos tipos, las latifoliadas tienen sus puntos de crecimiento expuestos en la superficie, mientras que las gramíneas tienen su punto de crecimiento algo protegido a ras de suelo. Esto hace que las gramíneas puedan rebrotar en sus primeros estados y, al alcanzar cierto desarrollo, el crecimiento del tallo principal se traslada

hacia arriba, siendo más fáciles de controlar con cortes. Sin embargo, pueden surgir macollas desde la base si hay condiciones adecuadas de humedad.

2.2.1.2. Malezas bienales

Para Fernández (1982), las malezas bienales son aquellas que requieren de dos temporadas para completar su ciclo, desde la germinación hasta la producción de semillas, durante la primera etapa, se desarrollan vegetativamente hasta alcanzar el estado de roseta y solo emiten tallo floral después de una segunda temporada, una vez que se han cumplido los requisitos de horas de frío necesarios. Por otro lado, Espinoza et al. (2023) nos indica que en algunas áreas de bajas temperaturas, algunas bienales pueden completar sus horas de frío en la primera temporada y comportarse como anuales, siendo clasificadas como bienales facultativas, una vez que inician su crecimiento reproductivo, el tallo floral es capaz de rebrotar al ser cortado, ya que el punto de crecimiento se encuentra bajo la roseta. Sin embargo, dependiendo de las condiciones, este tallo puede ser de menor altura y con una menor producción de semillas, algunos ejemplos de malezas bienales incluyen la zanahoria silvestre (*Daucus carota*), la hierba azul (*Echium vulgare* y *E. plantagineum*) y la cicuta (*Conium maculatum*).

2.2.1.3. Malezas perennes

Fernández (1982), nos indica que, las malezas perennes o plurianuales pueden o no concluir su ciclo de semilla a semilla en una temporada, pero tienen la capacidad de perpetuarse de manera continua mediante propágulos vegetativos. Dentro de este grupo, para Gonzales et al. (2017), se identifican dos categorías: las perennes simples, que se reproducen a través de semillas o mediante rebrotes desde la corona o raíz perenne; y las perennes complejas o vivaces, las más significativas, que superan los períodos de inactividad y generan nuevas plantas a partir de estructuras o propágulos vegetativos, además de producir semillas; así, Gonzales (2006), expresa que estas últimas son particularmente difíciles de controlar, ya que pueden regenerarse múltiples veces, dependiendo de las estructuras vegetativas que posean y su cantidad, especies como el pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) y diversas chépicas (*Paspalum paspalodes*, *Pennisetum clandestinum*, *Distichlis spicata*) presentan estolones sobre la superficie del suelo y rizomas bajo la superficie. Por ello Guzmán y Martínez (2019), explican que las prácticas de control que involucran cortes, cultivadores, rastrojes u otros métodos que causan daño mecánico pueden aumentar la propagación de estas malezas, ya que los fragmentos de propágulos generan nuevas plantas de manera independiente. Además, Barrera (2015) describe que, de las malezas perennes herbáceas, existen aquellas que

exhiben crecimiento aéreo leñoso o semileñoso, entre estas especies, se destacan la zarzamora (*Rubus ulmifolius*, *R. constrictus*) y el espinillo (*Ulex europaeus*).

2.2.2. Control de malezas

Según Sánchez (2018) e INFOCACAO (2015), el manejo de malezas representa una de las actividades que absorbe gran parte del presupuesto destinado al pago de mano de obra durante los primeros tres años del cultivo (Sánchez, 2018). La mayor entrada de luz solar al suelo en este periodo propicia una proliferación significativa de malezas, lo que hace imperativo llevar a cabo un control con la frecuencia necesaria para evitar impactos negativos en el desarrollo de las plantas, estimando que los costos laborales asociados al control de malezas en esta etapa pueden representar hasta el 50 % de los costos totales de mano de obra para la gestión del cultivo.

Para Martínez et al. (1982), es crucial seleccionar un método de control que se combine con otras medidas en el campo para mejorar la efectividad del control de malezas, especialmente en los periodos críticos del cultivo, además, es importante evitar depender exclusivamente de herbicidas como método único de control para no generar problemas de resistencia. En el caso específico del cultivo de maíz, Tejada (2016), recomienda implementar métodos de control durante los primeros 45 días, ya que este período se considera crítico en términos de interferencia en el cultivo, durante este tiempo, el cultivo es más vulnerable a la competencia de las malezas, y la falta de control durante este periodo podría resultar en una disminución drástica de los rendimientos.

2.2.3. Manejo de malezas en el cultivo de cacao

Sanchez (2018), nos explica que para la gestión efectiva de una plantación de cacao requiere un control eficiente de las malezas, con el objetivo de que las plantas de cacao puedan aprovechar al máximo los nutrientes y el agua disponibles en el suelo para un crecimiento, desarrollo y producción eficientes. Por otro lado Restrepo et al. (2012), afirma que el control de malezas desempeña un papel crucial en la prevención del exceso de humedad en el entorno y facilita la circulación del aire, lo que reduce la incidencia de enfermedades causadas por hongos que podrían afectar a las plantas.

Durante los primeros dos o tres años de la plantación de cacao, según Benito (2009), la mayoría de las malezas tienden a crecer en el suelo, presentando una diversidad de especies, en algunos casos, predominan las malezas de hojas anchas, mientras que en otros se encuentra una mayor cantidad de gramíneas, sin embargo, es común encontrar una mezcla de ambas categorías. Luego menciona Tejada (2016), que en plantaciones jóvenes,

las malezas pueden dificultar las tareas de cultivo y actuar como hospederas de enfermedades y plagas, a medida que la planta de cacao crece, el problema de las malezas tiende a disminuir debido al efecto de sombreado, hasta llegar a desaparecer en plantaciones adultas.

2.2.4. Malezas reportadas en cultivo de cacao

Velázquez (2015), clasifica principalmente a las especies de malezas de acuerdo con su ciclo de vida (anual, bianual y perenne), tipo de reproducción, tipo de hoja, hábitos de crecimiento y la más utilizada es la clasificación botánica; según sanchez (2018), las malezas de la familia de las gramíneas son: caminadora (*Rottboelia cochinchinensis*), pata de gallina (*Eleusine indica*), guarda rocío (*Digitaria sanguinalis*), pasto horqueta (*Paspalum conjugatum*), saboya (*Panicum maximum*), paja flaca (*Leptocloa filiformis*), paja brava (*Panicum paniculatum*).

Tabla 1. Principales malezas de hoja ancha que afectan el cultivo de *Theobroma cacao* L. en Tingo Maria y Tocache.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Fuente
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	"Amor seco o Cadillo"	Urgilés (2018) y Requejo (2016)
Asteraceae	<i>Chromolaena maximiliani</i> (Schrad. Ex DC.) R,M,King y H. Rob.	"Mata Pasto"	Medrano (1996)
Urticaceae	<i>Fleurya aestuans</i> L.	"Ortiga"	Urgilés (2018)
Amaranthaceae	<i>Amaranthus quitensis</i> Kunth	"Yuyo colorado"	Sánchez (2018)
Amaranthaceae	<i>Gomphrena perennis</i> L.	"Flor de papel"	Sánchez (2018)
Amaranthaceae	<i>Gomphrena pulchella</i> L.	"Yerba del ciervo"	Sánchez (2018)
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	"Bledo"	Urgilés (2018)
Apiaceae	<i>Bowlesia incana</i> Ruiz y Pav	"Perejilillo"	Sánchez (2018)
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> L.	"Yerba carnícer"	Sánchez (2018)
Asteraceae	<i>Senecio grisebachii</i> Baker.	"Primavera"	Sánchez (2018)
Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i> L.	"Nabón"	Sánchez (2018)
Caryophyllaceae	<i>Drymaria cordata</i> (L) Willd. ex Schult	"Hierba de agua"	Urgilés (2018)
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium álbum</i> L. Bosc Ex Moq	"Quínoa"	Sánchez (2018)
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	"Commelina", "Flor de Santa Lucía"	Requejo (2016) y Sánchez (2018)
Commelinaceae	<i>Murdannia nudiflora</i> L.	"Piñita"	Urgilés (2018)
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	"Campanilla"	Sánchez (2018) y Requejo (2016)
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	"Chanca piedra"	Requejo (2016)
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	"Lecherito", "Lecherón", "Lechosa",	Medrano (1996), Sánchez (2018) y Urgilés (2018)
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i> DC.	"Pega pega"	Urgilés (2018)
Fabaceae	<i>Desmodium tortuosum</i> (S) Swart	"Pega-pega"	Medrano (1996)
Lamiaceae	<i>Lamium amplexicaule</i> (L.) Willd	"Yuyito de la pared"	Sánchez (2018)
Leguminosae	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	"Kudzú"	Requejo (2016)
Malvaceae	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schltld	"Malva cimarrona"	Sánchez (2018)
Malvaceae	<i>Sphaeralcea bonariensis</i> (Cav.) Grises	"Malva blanca"	Sánchez (2018)
Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm.F.	"Escobilla"	Urgilés (2018)

Poaceae	<i>Paspalum vaginatum</i>	"Grama dulce"	Requejo (2016)
Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i> L.	"Sanguinaria"	Sánchez (2018)
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	"Verdolaga"	Sánchez (2018)
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> L.	"Yerba del pollo"	Sánchez (2018)
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L.	"Tomatillo"	Urgilés (2018)
Urticaceae	<i>Parietaria debilis</i> (L.) G. Forst.	"Ortiga"	Sánchez (2018)
Verbenaceae	<i>Verbena officinalis</i> L.	"Verbena"	Requejo (2016)
Violaceae	<i>Viola arvensis</i> Murray	"Pensamiento silvestre"	Sánchez (2018)
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i> Poepp	Hierba del gusano	Pérez (2020)
Melampodium	<i>Melampodium divaricatum</i> Nicholson	Pinceli	Pérez (2020)
Melastomataceae	<i>Clidemia japurensis</i> DC	Indicador Ph	Pérez (2020)
Boraginaceae	<i>Lantana cámara</i> L.	Frutillo	Pérez (2020)
Amaranthaceae	<i>Achyranthes indica</i> L.	Rabo de chancho	Pérez (2020)
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Commelina	Pérez (2020)
Euphorbiaceae	<i>Caperonia palustris</i> (L.) A. St.-Hil	Botoncillo	Pérez (2020)

Fuente: Medrano (1996); Requejo (2016); Urgilés (2018) y Sanchez (2018).

Para Santillán y Muñoz (1984) y Sánchez (2018), las ciperáceas que afectan al cacao son: cortadera (*Cyperus ferax*), yerba de cuchillo (*Cyperus elegans*), cortadera blanca (*Cyperus luzulae*), coquito (*Cyperus odoratus*), *Cyperus* atractivo (*Cyperus virens*), pelo de chino (*Fimbristylis dichotoma*), moco de pavo (*Fimbristylis littoralis*), las malezas de hojas anchas presentes en plantaciones de cacao son: campanita (*Asistasia gangetica*), bleo (*Amarantus hibridus*), pega pega (*Cyathula achyranoides*), estrella de Belén (*Hippobroma longiflora*), botoncillo (*Acalypha aristata*).

Tabla 2. Principales malezas de hoja angosta que afectan el cultivo de *Theobroma cacao* L. en América Latina.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Fuente
Cyperaceae	<i>Cyperus alternifolius</i>	Cortadera"	Requejo (2016),
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	"Coquito",	Requejo (2016), Urgilés (2018) y Noroña (2018)
Cyperaceae	<i>Cyperus ferax</i> (L.) Rich.	"Cortadera"	Urgilés (2018)
Cyperaceae	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	"Pelo de chino"	Urgilés (2018)
Gramineaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i> L.	"Pata de gallina"	Medrano (1996) y Requejo (2016)
Lythraceae	<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.F. Macbr	"Escobilla"	Noroña (2018)
Poaceae	<i>Avena fatua</i> L.	"Avena negra", "Avena silvestre"	Sánchez (2018)
Poaceae	<i>Chloris ciliata</i> SW.	"Pasto borla"	Sánchez (2018)
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> L.	"Gramón"	Sánchez (2018)
Poaceae	<i>Cynodon hirsutus</i> Stent.	"Gramilla mansa"	Sánchez (2018)
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i> L.	"Pasto cuaresma", "Guarda rocío"	Sánchez (2018) y Urgilés (2018)
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i> L.	"Moco de pavo"	Sánchez (2018)
Poaceae	<i>Eleusine indica</i> (L) Gaertn	"Pata de gallina", "Pata de burro"	Sánchez (2018), Noroña (2018); Urgilés (2018) y Pérez (2020)
Poaceae	<i>Lolium multiorum</i> Lam.	"Raigrás criollo"	Sánchez (2018)
Poaceae	<i>Pappophorum ceasptosum</i> Fries R.E.	"Pasto de liebre"	Sánchez (2018)
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	"Sorgo de Alepo"	Sánchez (2018)

Poaceae	<i>Chloris barbata</i> Sw.	"Barbuda"	Urgilés (2018)
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	"Cadillo"	Urgilés (2018)
Poaceae	<i>Megathyrsus maximun</i>	"Pasto guinea"	Requejo (2016)
Poaceae	<i>Leptochloa uninervia</i> (C. Presl) Hitchc y Chase.	"Paja mona"	Urgilés (2018)
Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius.	"Hierba amarga"	Urgilés (2018)
Poaceae	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> L.	"Caminadora"	Urgilés (2018)
Poaceae	<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	"Pasto de bufel, cadillo bobo"	Medrano (1996)
Poaceae	<i>Trichloris pluriora</i> L.	"Trichlo"	Sánchez (2018)
Scrophulariaceae	<i>Lindernia crustacea</i> L.	"Pimpinela"	Noroña (2018)
Ciperáceas	<i>Scleria pterota</i> C. Presl ex C.B. Clarke	Navajuela	Pérez (2020)
Poaceae	<i>Paspalum Conjugatum</i> P.J. Bergius	Torurco	Pérez

Fuente: Medrano (1996), Requejo (2016), Urgilés (2018), Sánchez (2018) y Noroña (2018).

2.3. Herbicidas

La historia de los herbicidas que son plaguicidas, utilizados para eliminar malezas, según Rodríguez et al. (2019), comienza con la introducción del 2,4-D poco después de la Segunda Guerra Mundial. Aunque se habían empleado métodos "naturales" de control de malezas, como rocas salinas, desde la época de los romanos, los herbicidas representaron un avance significativo en esta área. Para Amzalone (2007), un herbicida se define como una sustancia química u organismo cultivado que se emplea para matar o inhibir el crecimiento de plantas, alterando la fisiología de una planta durante un período lo suficientemente extenso como para matarla o limitar gravemente su crecimiento. Por otro lado, González et al. (2020), indican que estos productos se utilizan de manera extensiva en la agricultura, zonas industriales y áreas urbanas, ya que, si se aplican correctamente, controlan eficientemente las malezas a un bajo costo.

El modo de acción de una herbicida, según Pitty (2018), abarca todos los eventos que ocurren en la planta desde que esta entra en contacto con el herbicida, esto incluye la absorción, el movimiento dentro de la planta y la interacción en el sitio específico de la planta donde el herbicida interfiere con su metabolismo, llevándola eventualmente a la muerte. Sin embargo, si no se aplican correctamente, los herbicidas pueden causar daños a las plantas cultivadas, al medio ambiente e incluso a las personas que los aplican, información que fue corroborada por INTAGRI (2017). Por último, Rosales (2006), propone que se requieren conocimientos técnicos para elegir adecuadamente y aplicar de manera eficiente y oportuna estos productos.

2.3.1. Época de aplicación de herbicidas

En el trabajo de investigación de Gonzales (2006) menciona que, cuando las malas hierbas están en pleno crecimiento activo en la parcela, es el momento más propicio para aplicar un tratamiento herbicida, este periodo generalmente abarca desde el inicio de la

primavera hasta avanzado el otoño. Montgomery (2017) menciona el momento en que se aplican, los herbicidas se clasifican comúnmente en tres categorías: herbicidas de presembrado (PS), herbicidas preemergentes (PRE) y herbicidas postemergentes (POST).

2.3.1.1. Herbicidas de presembrado

Gonzales (2006) menciona que, los herbicidas de presembrado se dividen en dos tipos: foliares y al suelo. Los herbicidas de presembrado foliares se utilizan en algunos sistemas de producción como alternativa a la labranza primaria para el control de malezas existentes antes de la siembra de los cultivos. Estos herbicidas no son selectivos y no dejan residuos en el suelo, lo que permite su uso sin afectar a los cultivos sembrados posteriormente. Por otro lado, Anzalone (2007), indica que los herbicidas de presembrado al suelo se aplican antes de la siembra del cultivo y generalmente requieren ser incorporados mecánicamente en el suelo para situarse a cierta profundidad y evitar su degradación por la luz o su volatilización. Para Ramirez (2021), estos herbicidas suelen tener baja solubilidad en agua, lo que impide que la lluvia o el riego los lixivien o desplacen en el suelo. Este tipo de herbicidas afecta a las semillas de malezas al germinar o emerger, sin afectar al cultivo que debe ser sembrado por debajo de la capa de suelo donde se encuentra la mayor concentración del herbicida.

2.3.1.2. Herbicidas preemergentes

Gigón et al. (2013) nos explica que, los herbicidas preemergentes controlan las malezas en las primeras etapas de su ciclo de vida, específicamente durante la germinación de las semillas (aparición de la radícula) y la emergencia de las plántulas desde el suelo. Luego Lugo (2005) nos explica que, estos se aplican después de la siembra pero antes de que tanto la maleza como el cultivo hayan emergido, y requieren de riego o precipitación pluvial para su incorporación en los primeros 5 cm de profundidad del suelo, donde la mayoría de las semillas de maleza germinan. En ese sentido, Rosales (2006), menciona que, este tipo de herbicidas elimina las malas hierbas durante la germinación o poco después de su emergencia, lo que evita la competencia temprana con el cultivo. Por lo general, las semillas de los cultivos se colocan por debajo de la zona del suelo con una alta concentración de herbicida, y la selectividad hacia el cultivo puede ser tanto posicional como fisiológica.

2.3.1.3. Herbicida postemergente

Para Rosales (2006), la aplicación de herbicidas postemergentes suele realizarse cuando las malezas están en sus primeras etapas de desarrollo, siendo más susceptibles a los herbicidas y presentando una competencia mínima con el cultivo. Utilizar herbicidas postemergentes puede resultar más económico para el productor, debido a que se

aplican únicamente en las áreas donde la maleza está presente según el INTAGRI (2018). Por otro lado Anzalone (2007) explica que , la eficacia de los herbicidas postemergentes depende de diversos factores, entre ellos su grupo químico, las especies de maleza presentes y las condiciones climáticas, como la velocidad del viento, la temperatura del aire, la humedad relativa y la presencia de lluvia.

2.3.2. Herbicida Clethodim (Aquiles)

Según FARMAGRO (2020), el Clethodim, cuya composición es de 240 g/L y se presenta en forma de concentrado emulsionable, pertenece al grupo químico de las ciclohexanedione oximas, clasificado como herbicida de acción postemergente, este producto, también conocido como Aquiles, exhibe selectividad y sistematicidad en el control de gramíneas anuales y perennes, su modo de acción implica la absorción por las hojas de las plantas y el transporte hacia los meristemos o yemas de crecimiento, donde ejerce su función herbicida, el mecanismo de acción radica en la inhibición de la enzima Acetil coenzima A carboxilasa, esencial para la biosíntesis de lípidos y la formación de fosfolípidos en las membranas celulares. La aplicación de Clethodim se recomienda en terreno húmedo, en malezas post emergentes con un crecimiento activo entre 10 cm y 30 cm de altura, limitándose a una aplicación por campaña/año. Es compatible con la mayoría de los plaguicidas, pero puede reducir la acción graminicida cuando se usa con herbicidas de hojas angostas. Se aconseja no ingresar a las áreas tratadas hasta 24 horas después de la aplicación, y se clasifica como ligeramente peligroso desde el punto de vista toxicológico.

Tabla 3. Recomendaciones de uso del herbicida Clethodim (Aquiles).

Cultivo	Maleza		Dosis		PC (días)	LMR (ppm)
	Nombre vulgar	Nombre científico	L/200 l	L/ha		
Cebolla	Pata de gallina	Eleusine indica	0,5	0,75	45	0,5

PC (Período de carencia)

LMR (Límite máximo de residuos)

2.4. Investigaciones relacionadas sobre el control químico de malezas

En Guatemala Espinosa y Cisneros (2022), investigó la viabilidad de herbicidas orgánicos como alternativa al glifosato en el control de diversas especies de malezas, incluyendo *Solanum elaeagnifolium*, *Amaranthus palmeri*, *Panicum fasciculatum*, *Panicum rectus*, *Euphorbia serpens* y *Partenium hysterophorus*. La investigación reveló que el tipo de herbicida fue el factor más influyente, representando un 82 % de la varianza acumulada de los resultados, después de 21 días de aplicación, se determinó que el glifosato fue el tratamiento

más efectivo para el control de *Amaranthus palmeri*, *Euphorbia serpens*, *Solanum elaeagnifolium* y las especies de zacates, con eficacias que oscilaron entre el 69,00 y el 93,10 %, no se observaron diferencias significativas entre los herbicidas orgánicos y el grupo de control sin tratamiento después de 21 días de aplicación.

Para Jimenez (2022), en su estudio realizado en Guayas el 2022, en, se llevó a cabo un estudio para evaluar el impacto de cuatro herbicidas en el control de malezas en cultivos de cacao. Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas entre los herbicidas utilizados, todos demostraron alta eficacia y retuvieron un poder residual considerable, resultando en una baja tasa de rebrote de malezas. Entre las malezas más comunes se encontraron verdolaga, ortiga, coquito, avena negra, pata de gallina y otras variedades. En términos de costos, el herbicida glufosinato de amonio fue el más costoso, con un valor de \$3,71 por día de control, mientras que los otros tratamientos variaron entre \$2,34 y \$2,73.

En un estudio realizado en Ecuador por Urgilés (2018), sobre el control de malezas en el cultivo de cacao CCN-51, se destacó que el herbicida Glufosinato logró el control más efectivo con un impresionante 94,79 %. A diferencia del mucílago utilizado como herbicida orgánico, que demostró una eficacia aproximada del 22 %, pero solo fue efectivo contra malezas gramíneas, en términos económicos, se concluyó que el Glufosinato es la opción más rentable, considerando tanto el costo de aplicación como el porcentaje de control de malezas, ya que demostró eficacia contra malezas de hoja ancha y angosta.

En un estudio realizado en San Juan de Pasto, Colombia 2017 por Coral (2017), se evaluaron los efectos del glifosato y Cletodim en *Paspalum virgatum* y *Panicum maximum*, el Cletodim no controló completamente las áreas radicales de *Panicum maximum*, resultando en rebrotes, mientras que todos los tratamientos fueron efectivos en el control de *Paspalum virgatum*, los tratamientos con glifosato afectaron la cobertura de *Pueraria phaseoloides* y el Cletodim a 1,5 L/ha mostró el mejor rendimiento, con una cobertura del 100 % a los 75 días, económicamente, el uso de gramínicidas redujo las aplicaciones anuales y disminuyó los costos de mano de obra en un 60 %.

En un estudio en Montevideo, Uruguay, en 2016, Troya y Sauer (2016) evaluó la residualidad de los herbicidas haloxifop-metil y cletodim en avena y cebada, para la avena, no hubo efectos significativos para aplicaciones realizadas 81, 55 y 33 días antes de la siembra, pero sí se observaron efectos en aplicaciones 12 y 0 días antes, afectando la longitud de la hoja y la altura de la planta en distintos estados de desarrollo, en cuanto a la cebada, no hubo efectos significativos para aplicaciones 81, 55 y 33 días antes de la siembra, pero sí se observaron efectos en aplicaciones 12 y 0 días antes, provocando reducciones significativas en el desarrollo

temprano, la altura de la planta, el ancho de la hoja y el rendimiento final, las aplicaciones el mismo día de la siembra afectaron la altura de las plantas y el peso fresco, sin un impacto significativo en el rendimiento final. Se destacó que la dosis doble tuvo un efecto significativo en algunas variables, resultando en una disminución del rendimiento en comparación con la dosis simple.

Por último Mis (2010), en su estudio realizado en Guayaquil, Ecuador, en 2010, se evaluó la efectividad de los herbicidas cletodim y glufosinato de amonio junto con cuatro reguladores de pH del agua (Dap Plus, Sinercid Buffer, PH+ y PH Agro), los resultados indicaron que el uso de estos reguladores no incrementó la eficacia de los herbicidas mencionados, aunque los reguladores lograron reducir el pH del agua, no se observó una mejora significativa en el control de malezas, es relevante señalar que se identificó variación en el pH del agua a lo largo del día en el sistema de abastecimiento.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El experimento en cuestión fue llevado a cabo en el fundo "El Triunfo - Aserradero", propiedad del Sr. Mariano Santiago Zamora Tello, situado en el distrito de Castillo Grande, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, este terreno se encuentra a una distancia aproximada de 5,9 km al sureste de la ciudad de Tingo María. La localización geográfica precisa del sitio experimental es de 389256 latitud sur y 8976731 longitud norte, la altitud es de 633 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

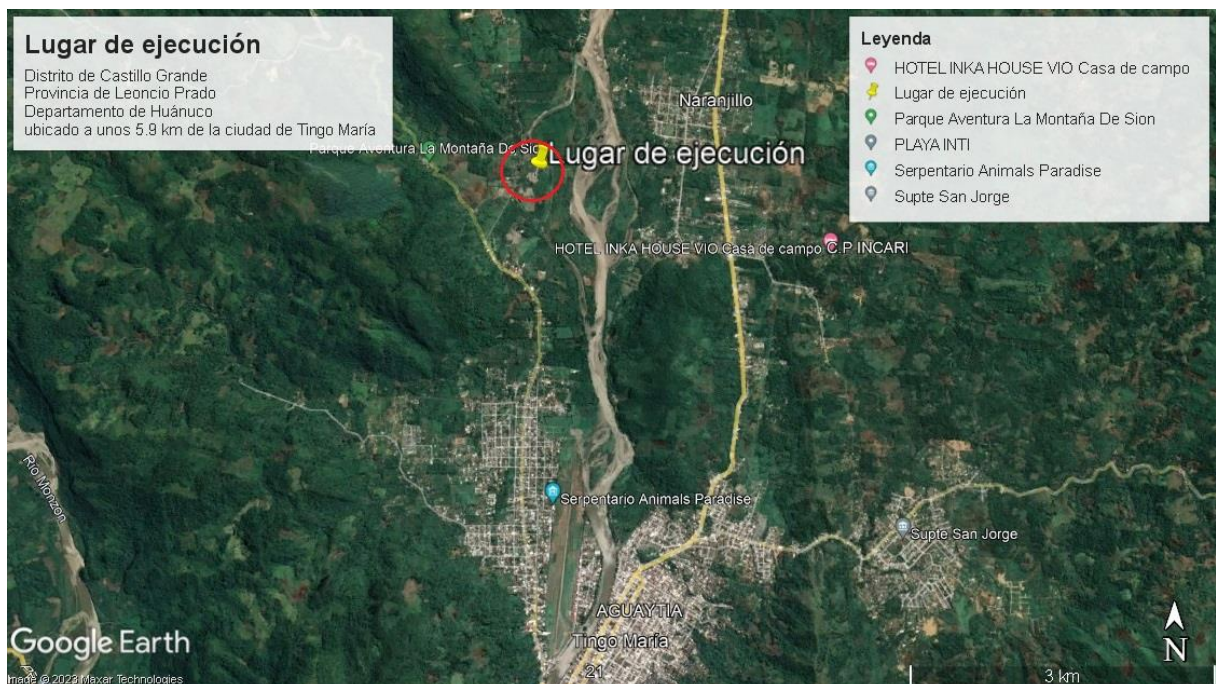


Figura 1. Ubicación del campo experimental

3.1.1. Historial del campo experimental

La plantación de cacao contaba con una antigüedad de 5 años de cosecha, durante los cuales se evidenció una presencia notoria de malezas, siendo el 95 % de estas de hoja angosta y el 5 % restante de hoja ancha, es importante destacar que la infestación alcanzó el 100 %, caracterizándose por la presencia predominante de malezas con una altura superior a los 30 cm, este alto nivel de infestación plantea un desafío significativo para el desarrollo saludable de la plantación, pues la presencia masiva de malezas, especialmente aquellas de hoja angosta, puede tener un impacto negativo en el rendimiento y la salud general de los árboles de cacao, la identificación precisa de la composición y el porcentaje de las malezas presentes

proporciona una base sólida para la implementación de estrategias de manejo y control específicas, con el objetivo de mitigar los efectos adversos en la producción de cacao y asegurar un crecimiento óptimo de la plantación.

3.1.2. Características climáticas

SENAMHI (2021), evidenció una temperatura media mensual de 26,49 °C durante la duración el tiempo de ejecución del experimento, con una precipitación promedio de 352,48 mm/mes. Estos datos climatológicos representan los promedios mensuales correspondientes al período de la investigación (Tabla 4). La recopilación de estos registros se llevó a cabo en la Estación Meteorológica de Tingo María. Estos valores proporcionan una visión contextual de las condiciones climáticas experimentadas durante la investigación, siendo esenciales para comprender el entorno en el cual se desarrollaron los eventos evaluados.

Tabla 4. Condiciones climáticas durante la ejecución del experimento

Meses	Año	Temperatura		H.R. (%)	Precipitación mm/mes
		Max	Min		
Noviembre	2020	31,01	21,10	81,92	333,03
Diciembre	2020	29,55	21,08	85,84	578,20
Enero	2021	30,64	21,54	84,72	494,01
Febrero	2021	29,62	21,55	86,31	373,90
Marzo	2021	31,73	21,39	82,50	380,90
Abril	2021	30,80	25,70	84,00	165,90
Mayo	2021	29,90	25,30	85,00	141,40
Total		213,25	157,66	590,29	2467,34
Promedio		30,46	22,52	84,33	352,48

Fuente: Estación Meteorológica: José Abelardo Quiñonez – Tingo María, convenio UNAS – SENAMHI

3.1.3. Análisis inicial de suelos

El análisis del suelo revela características físicas y químicas que apuntan a un entorno propicio para el desarrollo vegetal (Tabla 5), como la textura franca, con un equilibrio adecuado entre arena, arcilla y limo, considerado como una estructura favorable para la retención de agua y nutrientes favorables para malezas de hojas angostas, el pH ligeramente alcalino de 7,28 indica un suelo neutro a básico, proporcionando un ambiente adecuado para diversas plantas, además, la presencia de materia orgánica (MO) (2,69 %) y niveles moderados de nitrógeno (0,13 %), fósforo (8,04 ppm) y potasio (130,94 ppm), sugiere un suelo bien nutrido, así como la capacidad de intercambio catiónico (CIC) que fue 9,74 (suma de cationes), indica una buena capacidad del suelo para retener y liberar nutrientes, con bases cambiables al 100 % y ausencia de acidez cambiante, el suelo muestra una capacidad significativa para

mantener nutrientes, lo que, en conjunto, sugiere condiciones favorables para el crecimiento de cultivos de cacao y plantas como malezas.

Tabla 5. Análisis inicial de caracterización de suelo

Análisis físico		Método	Referencia*	Nivel**
arena	31%	hidrómetro de Bouyoucos		Medio
arcilla	22%			Medio
limo	47%			Medio
Textura	Franco			
Análisis químico				
pH	7,28 (1:1)	Potenciómetro	>5,6	Alto
MO	2,69%	Walkley y Black	>2 %	Alto
N	0,13%	0,05 % (M,O)	>0,2 %	Bajo
P	8,04 ppm	Olsen modificado	>7 ppm	Alto
K	130,94 ppm	Desplazamiento con acetato de amonio	>300 ppm	Bajo
Ca	7,87 Cmol(+)/kg	Suma de cationes	6,6 - 11,30 (Cmol(+)/kg)	Medio
Mg	1,33 Cmol(+)/kg	Absorción atómica	>2,5 (Cmol(+)/kg)	Bajo
K	0,42 Cmol(+)/kg	Absorción atómica	11 - 18 (Cmol(+)/kg)	Bajo
Na	0,12 Cmol(+)/kg	Absorción atómica		Alto
CIC	9,74 suma de catones		>7	
CICe				
Bas. Camb.	100%			
Ac. Camb.	0			
Sat. Al	0			

* IPNI (2015)

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía

3.1.4. Presencia de malezas en el campo experimental

La cuantificación de las malezas se llevó a cabo 25 días después del corte utilizando el método visual del 1 m², en este proceso, se obtuvo un promedio de presencia de malezas de hoja ancha del 12,75 % y de hoja angosta del 87,25 % (Tabla 6), se incluye información adicional en el Anexo. Este análisis contó con la asistencia del Ing. Manuel Tito Viera Huiman, profesor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, y del Dr. Edilberto Chuquilín Bustamante profesor de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la misma institución. Su experiencia y conocimientos contribuyeron significativamente a una identificación precisa y detallada de las malezas, enriqueciendo así la calidad de los datos recopilados en el estudio.

Tabla 6. Porcentaje de las malezas en el cultivo de cacao identificadas al inicio de la ejecución del experimento, en el distrito de Castillo Grande, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, entre los meses de noviembre (2020) a mayo (2021)

Nombre científico	Nombre común	Infestación (%)
Hoja angosta		
		87,25
<i>Androgon bicornis</i>	Rabo de zorro	0,87
<i>Cyperus diffusus</i> Vahl.	Paja cortadera	0,87
<i>Cyperus ferax</i> (L.) Rich	Siete espuelas	0,58
<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz	Cortadera	0,58
<i>Dichromena ciliata</i> Vahl.	Hierba estrella	0,87
<i>Homolepsis aturensis</i> (H.B.K)	Paja amarga	7,83
<i>Paspalum pilosum</i> (L.)	El mijo	5,51
<i>Paspalum conjugatum</i> (L.)	Torourco	10,43
<i>Paspalum virgatum</i> (L.)	Remolina	59,71
Hoja ancha		
		12,75
<i>Phyllanthus</i> sp.	Chanca piedra	1,45
<i>Pseudoelephantopus spicatus</i>	Mata pasto	2,90
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Kudzu	2,61
<i>Tripograndia cumanensis</i>	Siempre viva	5,80
Total de infestación		100,00

3.2. Diseño estadístico

3.2.1. Componentes en estudio

En el marco de esta investigación, se centró la atención en los componentes específicos bajo estudio, los cuales están vinculados a las distintas dosis del herbicida Clethodim para el control de malezas en el cultivo de cacao (Tabla 7). Estos elementos clave se seleccionaron minuciosamente como variables de interés, con el objetivo de evaluar de manera integral el impacto y la eficacia de las diferentes concentraciones de Clethodim en el manejo de las malezas en el cultivo de cacao.

Tabla 7. Componentes en estudio

Entradas	Unidad experimental (Malezas en la plantación de cacao)	Salidas
Herbicida (Clethodim),	Control de malezas	Porcentaje de control de malezas,

3.2.2. Tratamientos en estudio

Se realizó la investigación del efecto del herbicida Clethodim en diferentes dosis y adicionalmente se incluyó dos tratamientos de control, dando cinco tratamientos (Tabla 8).

Tabla 8. Descripción de los tratamientos.

Clave	Tratamiento	Dosis
T ₁	Testigo Absoluto (Sin control)	Agua
T ₂	Machete (Control manual)	Macheteo
T ₃	Clethodim 240 g/L (Aquiles) ¹	0,50 L/200 L H ₂ O
T ₄	Clethodim 240 g/L (Aquiles) ¹	0,75 L/200 L H ₂ O
T ₅	Clethodim 240 g/L (Aquiles) ¹	1 L/200 L H ₂ O

Se debe ser aplicado sobre terreno húmedo, en malezas post emergente cuando se encuentren en pleno crecimiento activo que hayan alcanzado los 10 cm y que no pasen los 20 a 30 cm de altura, se debe de realizar una sola aplicación / campaña / año.

3.2.3. Diseño experimental

El diseño experimental empleado fue el de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco tratamientos y distribuido en cuatro bloques, el modelo aditivo lineal (Calzada, 1986) es:

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij} \quad (1)$$

Donde:

- Y_{ij} = Es el valor observado en la unidad experimental del j - ésimo bloque a la cual se lo aplicó el i - ésimo dosis de Clethodim.
- U = es el efecto de la media general.
- T_i = es el efecto de la i - ésimo dosis de Clethodim..
- B_j = es el efecto de la j- ésimo bloque.
- E_{ij} = es el efecto aleatorio del error experimental obtenido en el j - ésimo bloque a la cual se le aplicó el i - ésimo dosis de Clethodim.

Para:

- $i = 1, 2, 3, 4$ y 5 tratamientos
- $j = 1, 2, 3, 4$ repeticiones

3.2.4. Características del campo experimental

- Bloques

- Número de bloques : 4
- Largo de bloques : 60 m
- Ancho de bloque : 12 m.
- Área total de cada bloque : 760 m²
- **Dimensiones de la parcela**
 - Número de parcelas por bloque : 5
 - Número total de parcelas : 20
 - Largo de cada parcela : 5 m
 - Ancho de cada parcela : 4 m.
 - Área total del experimento : 20 m²
- **Dimensiones del campo experimental**
 - Largo : 25 m.
 - Ancho : 20,5 m.
 - Área total del experimento : 512,5 m²

3.2.5. Croquis del experimento

Cada tratamiento fue aleatorizado en cada bloque, las dimensiones de las unidades experimentales fue 4 x 5 m, cada bloque experimental está distanciado por 1,5 m, el sistema de siembra del cacao es 3 x 3 m² (Figura 2).

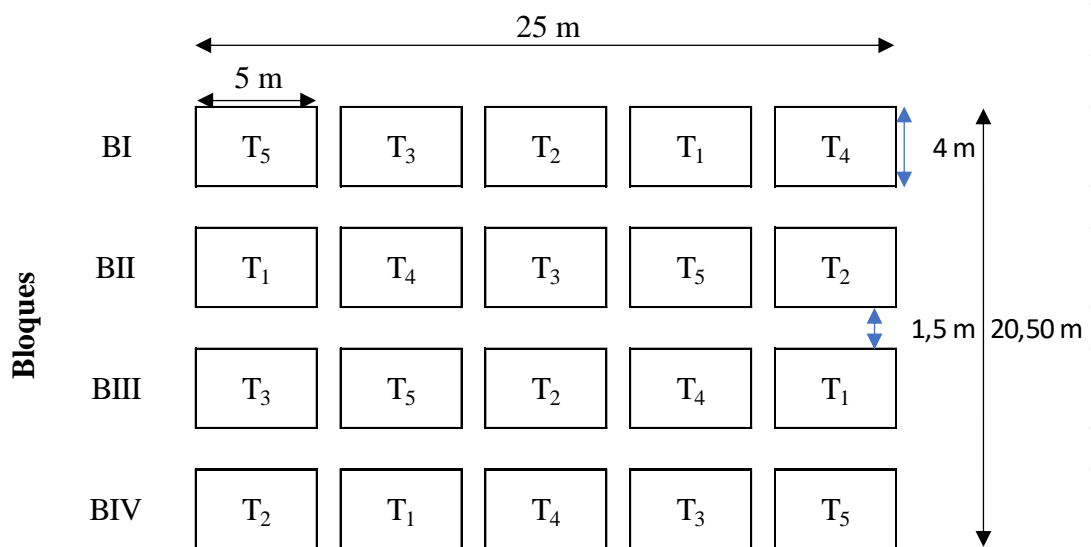


Figura 2. Croquis del campo experimental.

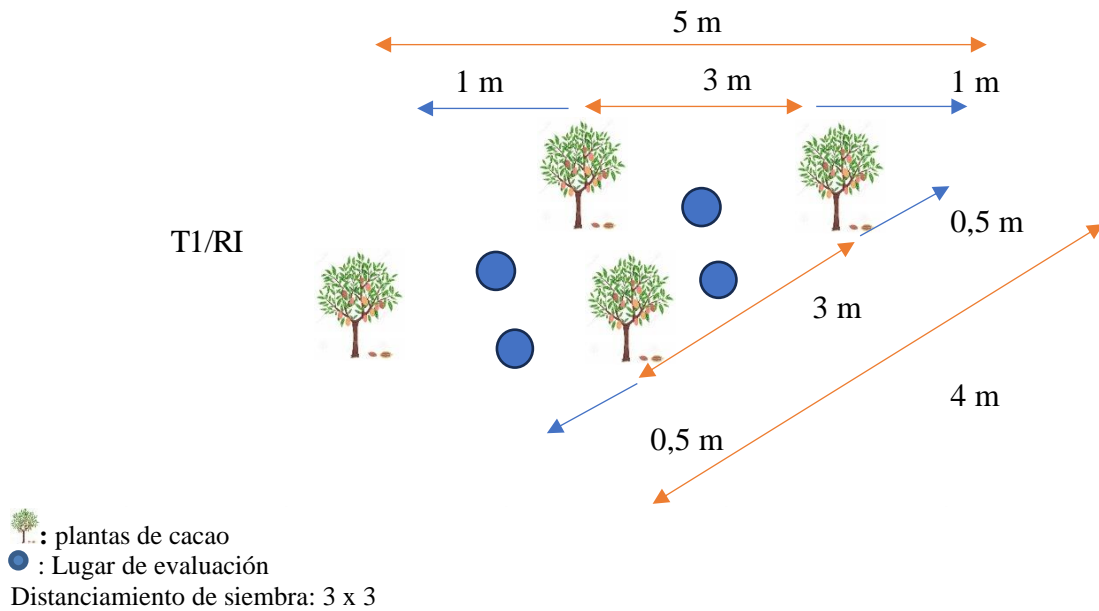


Figura 3. Detalle de la parcela experimental.



Figura 4. Parcela experimental

3.2.6. Análisis estadístico

Con el propósito de discernir posibles diferencias entre tratamientos, se implementó el análisis de varianza con un nivel de significación establecido en 0,05 y 0,01 para garantizar la robustez de los resultados obtenidos (Tabla 9), proporcionando así una base sólida para identificar tratamientos que puedan destacar significativamente en términos de su eficacia o impacto, se utilizó el software estadístico InfoStat, versión 2008.

Tabla 9. Modelo del análisis de varianza para diseño de bloques completos al azar

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	4	SCt	SCt/GLt	CMt/CMee	p<0,05
Bloque	3	SCb	SCb/GLb	CMb/CMee	p<0,05
Error experimental	12	SCee	SCee/GLee		
Total	19	SCT			

Coefficiente de variación (CV %)
 Coeficiente de determinación (R²)

3.2.7. Regresión lineal

En estadística, la regresión lineal o ajuste lineal es un modelo matemático usado para aproximar la relación de dependencia entre una variable dependiente, expresado como:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_m X_m + \varepsilon \quad \dots (3)$$

Donde:

Y es la variable dependiente o variable de respuesta.

X₁, X₂, ..., X_m son las variables explicativas, independientes o regresoras.

β₀, β₁, ..., β_m son los parámetros del modelo, miden la influencia que las variables explicativas tienen sobre la respuesta del resultado.

3.2.8. Coeficiente de determinación

El coeficiente de determinación en el contexto de regresión se asemeja a las medidas de correlación. En el problema de regresión, considerando dos variables aleatorias, X e Y, definidas sobre el mismo espacio de probabilidad y con momentos de segundo orden finitos, el coeficiente de determinación cuantifica el grado en que la distribución de (X, Y) se concentra alrededor de las líneas de regresión. En otras palabras, mide la calidad de la aproximación óptima de cada variable a partir de la otra y, por lo tanto, indica el grado de dependencia lineal entre las variables (Novales, 2010).

$$Y_i - \beta_1 + \beta_2 X_i + \mu \quad \dots (4)$$

3.2.9. Variables evaluadas

- **Variables dependientes**
 - Porcentaje y eficiencia de los herbicidas
 - Efecto residual

- Poder residual de los tratamientos
- Ecuación lineal para repoblación de malezas
- Análisis poblacional de malezas
 - Infestación de malezas
 - Densidad de malezas
- Análisis económico
- **Variables independientes**
 - Herbicida Clethodim (Aquiles)

3.2.10. Dosificación

3.2.10.1. Cálculo de la dosis de herbicidas

Si se aplica a una dosis de 0,5 L/ha. de Clethodim (Tabla 3), mediante la regla de tres simple se calcula la dosis para cada unidad experimental

$$\begin{array}{l}
 10\ 000\ m^2 \longleftrightarrow 500\ cc.\ De\ producto \\
 20\ m^2 \longleftrightarrow x \\
 x = 1\ cc./parcela
 \end{array}$$

Por lo tanto, se aplicó 1 cc. del producto comercial por cada unidad experimental (UE) de 20 m², pero como son cuatro repeticiones, se utilizó 4 cc. de producto, similarmente se calcular las demás dosis de los tratamientos teniendo en cuenta las dosis de aplicación.

3.2.10.2. Cálculo del gasto de agua

Para el cálculo del gasto de agua para la aplicación de 200 L/ha, se determinó mediante la regla de tres simple para cada UE/ha se tiene:

$$\begin{array}{l}
 10\ 000\ m^2 \longleftrightarrow 200\ L\ de\ agua \\
 20\ m^2 \longleftrightarrow x \\
 x = 400\ mL/parcela
 \end{array}$$

El gasto de agua por cada UE de 20 m² es de 400 mL, pero como son cuatro UE, el gasto de agua se cuadruplicó a 1600 mL.

3.2.10.3. Preparación de la dosis

Esta labor se realizó cuando las malezas alcanzaron una altura promedio de 25 - 30 cm, óptima para al control químico, la preparación de las dosis se realizó

en el laboratorio de fitopatología de la Universidad Nacional agraria de la Selva, cabe mencionar que el mismo día se realizó la aplicación de los tratamientos.

3.3. Metodología de evaluación

3.3.1. Determinación la porcentaje y eficiencia de control

La determinación del porcentaje y eficiencia de control de malezas se realizó mediante evaluaciones a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después de la aplicación (DDA) del herbicida, utilizando el método visual y la escala de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). Se utilizó un marco de 1 m², dividido en cuadrantes de 10 cm, resultando en un total de 100 cuadrantes de 0,10 m² cada uno. Este marco se lanzó tres veces dentro de cada tratamiento y se contó el número de malezas en cada cuadrante, con cada cuadrante representando el 1 % de infestación. Las evaluaciones visuales se realizaron en cada intervalo de tiempo, calificando el control de malezas en una escala del 0 % (sin control) al 100 % (control total) (Tabla 10).

Tabla 10. Escala de evaluación visual de control de malezas.

Índice de control (%)	Denominación
00 – 40	Ninguno o pobre
41 – 60	Regular
61 – 70	Eficiente
71 – 80	Bueno
81 – 90	Muy bueno
91 – 100	Excelente

Para determinar la eficacia se realizó calculando el número de individuos vivos por especie en cada uno de los cuadrados ubicados en las parcelas, y se comparó con los individuos encontrados en el testigo de cada bloque, se determinó el porcentaje de eficacia, para ellos se utilizó la ecuación propuesta por Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) (1974).

$$Ef = \left(1 - \frac{Td}{Cd} * \frac{Ca}{Ta} \right) * 100$$

Dónde:

- Ta = Infestación en parcela tratada antes del tratamiento.
- Td = Infestación en parcela tratada después del tratamiento
- Ca = Infestación en parcela Testigo antes del tratamiento
- Cd = Infestación en parcela testigo después del tratamiento.



Figura 5. Determinación del porcentaje del control de malezas: a. evaluación del tratamiento testigo, b. evaluación tratamiento T₃ (Clethodim 0,50 L/ha), c. evaluación tratamiento T₄ (Clethodim 0,75 L/ha) y d. evaluación del tratamiento T₅ (Clethodim 1,00 L/ha)

3.3.2. Determinación del efecto residual

Similar a las evaluaciones del efecto de control se lanzó aleatoriamente un marco de madera de 1 m² sobre las diferentes parcelas donde se midió con una regla graduada los rebrotes y las nuevas malezas, verificándose el grado de rebrote y el tiempo transcurrido de la aplicación hasta el inicio de la aparición de nuevas malezas (Tabla 11), cabe indicar que estas evaluaciones se realizaron a los 15, 30, 60, 90 y 120 DDA de los tratamientos en estudio.

Tabla 11. Índice de Rebrote.

Rebrote/nacencia	% estimado	% control
0 – 8 cm	20	80
9 – 16 cm	25 – 40	75 – 60
17 – 24 cm	45 – 60	60 – 40
25 – 32 cm	65 – 80	35 – 20
33 – 40 cm	85 – 100	15 – 00

Fuente: Usquiano, 2006; Pérez, 2021

Para Usquiano (2006) y Pérez (2021), consideran que el efecto residual es nulo cuando el porcentaje de rebrote de malezas es mayor al 50 - 60 %, es decir 50 - 40 % de control si consideramos que el efecto residual es inverso al control.



Figura 6. Evaluación del efecto residual de herbicidas: a. 30 días y b. 60 días

3.3.3. Parámetros poblacionales

La recolección de datos se llevó a cabo de manera rigurosa mediante la implementación de tres marcos de muestreo de dimensiones 1x1m, seleccionados de forma aleatoria, dentro de cada marco, se realizó un inventario exhaustivo del material vegetal presente, clasificándolo por especie, se procedió a contar el número de individuos por especie, lo que permitió determinar con precisión la frecuencia, densidad y dominancia de cada especie en el conjunto del cultivo como lo indica ALAM (1974), proporcionando consistencia y comparabilidad con investigaciones previas, la utilización de este método estándar facilita la interpretación de los resultados, fortaleciendo así la validez y relevancia de los hallazgos.

- Frecuencia (F) = Número de muestras en las que aparece la especie $\times 100 / N^\circ$ total de muestras
- Densidad (D) = Número de plantas por especie / Unidad de área
- Dominancia (Do) = N° de individuos de una especie $\times 100 / N^\circ$ total de individuos de todas las especies.

3.3.4. Determinación del análisis económico

Usquiano (2016) y Perez (2021), Menciona el ingreso bruto de cada tratamiento se calculó multiplicando la cantidad de herbicida aplicado por hectárea por el precio unitario del herbicida. Posteriormente, el costo de cada tratamiento se determinó dividiendo el costo total (que incluye el costo de los productos y los salarios de aplicación) entre el número de días que perduró su efecto residual. Se considera que el efecto residual es nulo cuando el porcentaje de rebrote de malezas supera el 50 - 60 %. El valor resultante representa el costo del tratamiento por día de control de malezas por hectárea. Las fórmulas empleadas para realizar el análisis económico se basaron en las indicaciones proporcionadas por Pérez en 2021, se presentan a continuación:

- **Costo de control (S/.)** = Precio del producto (S/.) + Mano de obra (S/.)
- **Potencial de control (%)** = Máximo porcentaje de control alcanzado
- **Poder residual (Días)** = $DC_{60\%}$
- **Costo de tratamiento/día de control (s/.)** = $\frac{\text{Costo de control (s/.)}}{\text{Poder residual (días)}}$



Figura 7. Parámetros poblacionales: a. campo experimental, b. enseñando como colocar el marco de madera, c. marco de madera de 1 x 1 cm y d. anotación del número de individuos

3.3.5. Identificación

Para la identificación de las malezas se realizó la recolección y la herborización de las especies existentes en el campo experimental, finalmente se identificó las malezas con la ayuda del Ing. Manuel Tito Viera Huiman profesor de la Facultad de Agronomía, y del Dr. Edilberto Chiquilín Bustamante profesor de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

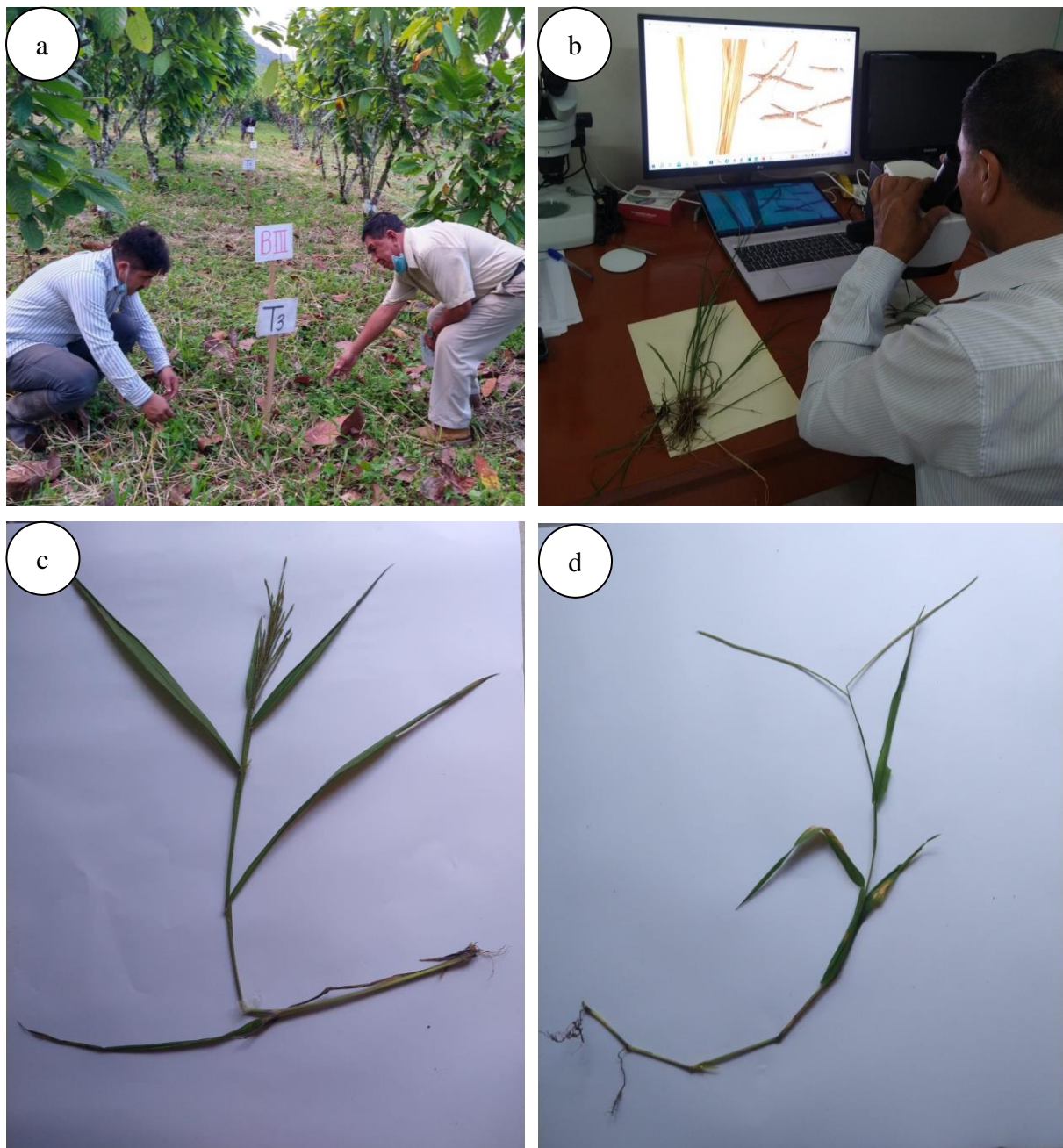


Figura 8. Identificando malezas: a. En campo definitivo, b. En laboratorio de R.N.R, c. *Paspalum virgatum* y d. *Paspalum conjugatum*

3.4. Ejecución del experimento

3.4.1. Demarcación del campo

Para llevar a cabo la demarcación, empleando rafias, wincha y rótulos específicos para distinguir claramente los diferentes tratamientos, este proceso permitió establecer una estructura sólida y bien definida en el terreno de estudio, asimismo, el campo experimental fue subdividido posteriormente en cuatro bloques homogéneos, cada uno compuesto por cinco parcelas, siguiendo el diseño previamente establecido en el croquis, cada parcela, a su vez, fue meticulosamente rotulada para identificar de manera inequívoca el tratamiento al que estaba destinada, así como el bloque al que pertenecía, este enfoque preciso de demarcación garantizó la organización y la consistencia necesarias para realizar un análisis riguroso y confiable de los datos recopilados durante el estudio.



Figura 9. Demarcación de la parcela experimental

3.4.2. Uniformización de altura de maleza

Se llevó a cabo la homogenización del campo experimental después de su reconocimiento, mediante el corte uniforme de las malezas a una altura de 25 cm con una moto cultivadora de la marca STIHL, este proceso buscaba reducir la variabilidad inicial en el inicio del experimento, proporcionando un entorno controlado y uniforme para las fases posteriores de investigación, la elección de la moto cultivadora STIHL se basó en su eficacia reconocida

en trabajos agrícolas y su capacidad para realizar cortes precisos, la altura seleccionada de 25 cm, respaldada por recomendaciones para el control químico, establece un estándar consistente que facilita la aplicación de tratamientos químicos, asegurando una gestión eficaz de las malezas y condiciones comparables para la evaluación de los resultados experimentales en el ámbito de la investigación agronómica



Figura 10. Uniformización de malezas

3.4.3. Identificación de las malezas en el campo experimental

Para determinar el porcentaje de malezas antes de la aplicación de los tratamientos, se implementó un método visual/m², se utilizó un marco cuadrado construido de madera con dimensiones de 1x1 m, este marco se dejó caer al azar en diferentes parcelas experimentales, se realizaron cuatro muestreos/tratamiento, y en cada caso, se llevó a cabo la contabilización del número de malezas presentes, separando por especie, con el propósito de una identificación más precisa de las especies de malezas, se procedió a la recolección y herborización de las muestras encontradas en el campo experimental, este proceso permitió preservar las características botánicas esenciales para un análisis detallado.

Posteriormente, para una identificación experta, se contó con la colaboración de especialistas en botánica, solicitando el apoyo de profesionales de la Facultad

de Recursos Naturales, la participación de estos botánicos contribuyó a asegurar una clasificación precisa y detallada de las especies de malezas presentes en el área de estudio, este enfoque integral, que combina métodos visuales, recolección, herborización y la experiencia de especialistas, garantiza una evaluación exhaustiva de la composición y distribución de las malezas en el campo experimental, la colaboración con profesionales especializados fortalece la validez y la precisión de los resultados, ofreciendo una base sólida para la interpretación de los efectos de los tratamientos aplicados en el posterior análisis de la investigación agronómica.



Figura 11. Identificación de malezas en campo: a. orientación de identificación de malezas por parte del jurado Ing. Manuel Tito Viera Huamán y b identificación de malezas por m²

3.4.4. Dosificación de tratamientos

Consistido en medir las dosis plateadas en el experimento T₃ (Clethodim 0,50 L/ha), c. evaluación tratamiento T₄ (Clethodim 0,75 L/ha) y d. evaluación del tratamiento T₅ (Clethodim 1,00 L/ha).



Figura 12. Medidas del herbicida: a. dosificación de herbicidas según tratamientos, b y c. dosis identificado en cada frasco y d. mezcla del herbicida en la mochila de fumigar.

3.4.5. Calibración del equipo

De acuerdo con Pérez (2021), en el área asignada al campo experimental, se llevó a cabo la aplicación utilizando una bomba mochila de la marca Jacto. Se llenó la mochila con agua de acuerdo con la dosis establecida para cada tratamiento. Se procedió a iniciar la aplicación del agua manteniendo un ritmo constante, una presión constante y una altura constante. Una vez completada esta tarea, se suministró el agua restante en la mochila, lo que determinó el gasto total de agua por parcela, siendo de 200 L/ha respectivamente.



Figura 13. Calibración de equipo: a. llenando de agua y b. probando la boquilla de la mochila.

3.4.6. Aplicación de los tratamientos

Con el objetivo de reducir la variabilidad de los resultados en el experimento, se llevaron a cabo cuidadosas consideraciones respecto a varios factores críticos, en primer lugar, se evaluó la altura de la boquilla, la presión del sistema, la velocidad de aplicación del agroquímico y se estableció un horario específico para la ejecución de las aplicaciones, fijando la hora adecuada a las 11 de la mañana, estas medidas se implementaron con la intención de optimizar la consistencia y precisión de los datos obtenidos, asegurando así la confiabilidad de los resultados experimentales, la altura de la boquilla y la presión del sistema se controlaron meticulosamente para garantizar una distribución uniforme del agroquímico sobre la muestra, minimizando de esta manera posibles sesgos en los resultados.

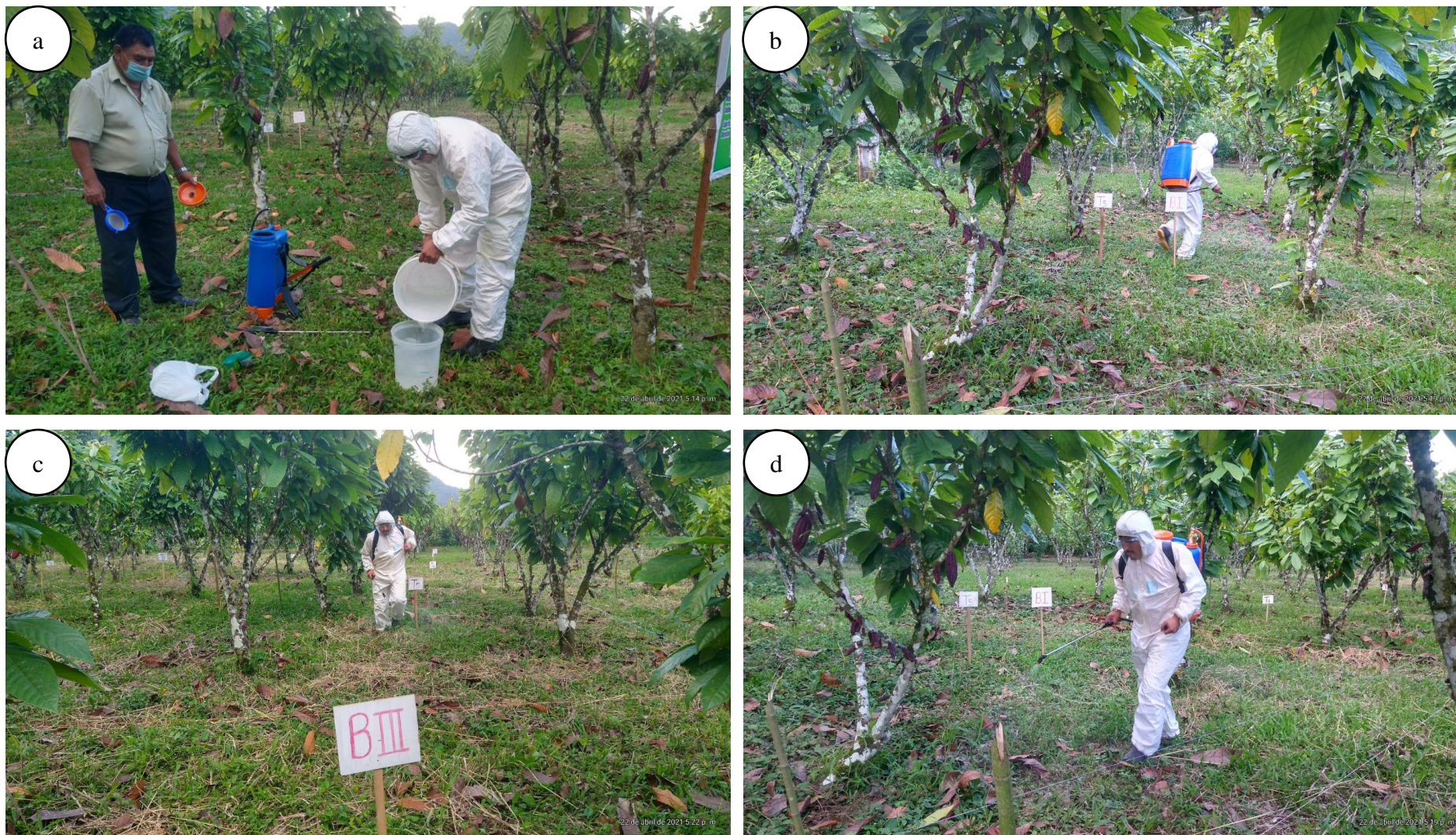


Figura 14. Aplicación de herbicidas: a. mezcla de herbicidas con el agua, b. aplicación de 0,50 L/ha de Clethodim, c. aplicación de 0,75 Clethodim y d. aplicación de 1 L/ha de Clethodim.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentaje y eficiencia de los herbicidas

Los cuadrados medios del análisis de varianza de los resultados del porcentaje de control de malezas, evaluado a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 DDA del herbicida Clethodim en el cultivo de cacao (Tabla 12), en lo que respecta a los tratamientos, se detectaron diferencias altamente significativas, respaldando la afirmación de que al menos un tratamiento superó estadísticamente a los demás, debido que el nivel de significación es menor al planteado (0,01), para Manterola et al (2008), esto indica que ciertos tratamientos son más efectivos para el control de malezas. Respecto a los bloques no hay diferencias significativas a los 15, 45, 60, 75 y 105 DDA, indicando que el nivel de significación es mayor al planteado (0,05 y 0,01) y, por ende, los bloques se presentan como estadísticamente iguales, no obstante, a los 30, 105 y 120 DDA se observan diferencias estadísticas, sugiriendo que el nivel de significación es menor al establecido (0,05) y no diferencias estadísticas a una probabilidad de 0,01, entonces, al menos un bloque difiere estadísticamente de los demás solo al nivel de significación del 0,05 según nos expresa Manterola et al. (2008). Según Lara (2000), estos hallazgos indican que, en distintos momentos, los bloques no han exhibido diferencias estadísticas significativas en los niveles de significación del 0,05 y 0,01, sugiere que los bloques no ejercen una influencia en los resultados del estudio.

El coeficiente de variabilidad (CV) fue 8,66, 8,97, 5,02, 1,91, 3,29, 6,66, 8,26 y 14,96 %, mostrando menor CV a los 60 días de evaluación y mayor a los 120 días de evaluación (Tabla 12) valores que se consideran aceptables en el contexto de este tipo de experimentos, porque están dentro del rango de aceptación según el valor propuesto por Calzada (1986) y Condo y Pazmiño (2015), los cuales refieren que valores de CV inferiores al 30 % son aceptables en trabajos de investigación de campo por su precisión durante las tomas de muestras. Este rango de coeficiente de variabilidad sugiere una consistencia razonable en los datos experimentales, lo cual fortalece la confiabilidad de los resultados obtenidos en este estudio. El coeficiente de determinación (R^2) muestra valores desde 0,98 y 0,99, considerando alta relación entre las variables en estudio, cabe aclarar, un R^2 de 0,98 y 0,99 sugiere que el 98 y 99 % de la de los resultados puede explicarse el efecto de los tratamientos. Según Novales (2010), esta fuerte relación, evidenciada por los elevados valores de R^2 , refuerza la consistencia y la robustez de la asociación entre las variables en estudio, este hallazgo es fundamental para validar la solidez de los resultados obtenidos, proporcionando confianza en el experimento para explicar y predecir las variaciones observadas.

La aplicación de la prueba DGC con un nivel de significancia de 0,05 revela la existencia de diferencias significativas a lo largo de diversas fechas de evaluación (15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 DDA) en el cultivo de cacao (Tabla 13).

A los 15 días, se destacan notables variaciones en el porcentaje de control atribuible al Clethodim, los resultados fluctúan entre el 25, 18,75 y 16,25 % con las aplicaciones de 1, 0,75 y 0,5 L/ha, del producto respectivamente, sin embargo, el tratamiento de control manual exhibe un significativo 94,50 % de control, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos, este alto porcentaje de control se atribuye al uso de métodos manuales, debido que al inicio se eliminó las malezas de manera inmediata, mientras que la aplicación química requiere tiempo para mostrar su efecto en el control de las malezas, este hallazgo sugiere que, en circunstancias específicas, el control manual demuestra ser más eficaz a los 15 días, proporcionando un control rápido, información brindada por Khan e Ishfaq (2015), aunque Sopan (2020), destaca la eficacia del control manual de malezas, es importante señalar que este método implica costos elevados comparado con control químico de malezas, estimándose costos del control manual de malezas que podrían representar hasta el 50 % de los costos totales de mano de obra para la gestión de los cultivos según Dubon (2015). Además, en la evaluación a los 30 días, se observa que el tratamiento T₅ (Clethodim 1 L/ha) presenta el mayor porcentaje de control, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos, también el tratamiento T₄, (0,75 L/ha), muestra un control estadísticamente igual al tratamiento T₂ (control manual), superando a los tratamientos T₃ (Clethodim 0,50 L/ha) y T₁ (Testigo absoluto), que no presenta control. Finalmente a partir de los 45 DDA hasta los 120 DDA, se evidencia un mayor control con la aplicación de Clethodim en las tres dosis (1, 0,75 y 0,50 L/ha), alcanzan porcentajes de control del 100, 99,50 y 95 % a los 60 DDA y en las evaluaciones posteriores (75, 90, 105 y 120 DDA), los porcentajes de control disminuyen, llegando a valores de 22,50, 21,25 y 11,25 %, a diferencia del control manual que presentaba 0 % de control.

Para Álvaro (2008), los herbicidas penetran en la planta afectando su sistema interno, pueden requerir tiempo para translocarse a través de la planta y afectar los procesos metabólicos necesarios para su supervivencia, la acción puede observarse en días o semanas, y la muerte completa de las plantas tratadas puede demorar aún más, referencia que justifica el resultado, debido que el control de malezas con Clethodim, muestra su mayor control a los 60 DDA, es importante tener en cuenta que una mayor dosis de herbicida conlleva una concentración más alta del ingrediente activo, lo que puede aumentar la efectividad en la eliminación de malezas como se muestra en el experimento Rosales (2006).

Tabla 12. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para porcentaje de control de malezas en cacao a los 15, 30, 45,60, 75, 90, 105 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos en el distrito de Castillo Grande, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, entre los meses de noviembre (2020) a mayo (2021)

Fuente variación	Cuadrados medios											
	G.L	15 dda	30 dda	45 dda	60 dda	75 dda	90 dda	105 dda	120 dda			
Tratamientos	4,00	5396,83 AS	2531,25 AS	5135,63 AS	10355,20 AS	10466,93 AS	7495,63 AS	2798,13 AS	479,38 AS			
Bloque	3,00	11,53 NS	61,25 S	4,58 NS	1,78 NS	1,40 NS	23,33 NS	18,33 S	10,00 S			
Error Experimental	12,00	7,16	15,42	5,63	1,37	3,36	9,79	4,79	2,71			
Total	19,00											
CV		8,66	8,97	5,02	1,91	3,29	6,66	8,26	14,96			
R ²		0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98			

NS : No significativo
S : Significativo
AS : Alta significancia

Tabla 13. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) del porcentaje de control de malezas en cacao a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos, distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, entre los meses de noviembre (2020) a mayo (2021)

Porcentaje de control de malezas																							
15 DDA			30 DDA			45 DDA			60 DDA			75 DDA			90 DDA			105 DDA			120 DDA		
Trat.	%	Sig.	Trat.	%	Sig.	Trat.	%	Sig.	Trat.	%	Sig.	Trat.	%	Sig.	Trat.	%	Sig.	Trat.	%	Sig.	Trat.	%	Sig.
T2	94,50	a	T5	63,75	a	T5	81,25	a	T5	100,00	a	T5	98,25	a	T5	86,25	a	T5	61,25	a	T5	22,50	a
T5	25,00	b	T2	55,00	b	T4	73,75	b	T4	99,50	a	T4	96,50	a	T4	78,75	b	T4	38,75	b	T4	21,25	a
T4	18,75	c	T4	52,50	b	T3	62,50	c	T3	95,00	b	T3	83,75	b	T3	70,00	c	T3	32,50	c	T3	11,25	b
T3	16,25	c	T3	47,50	c	T2	18,75	d	T2	11,25	c	T2	0,00	c	T2	0,00	d	T2	0,00	d	T2	0,00	c
T1	0,00	d	T1	0,00	d	T1	0,00	e	T1	0,00	d	T1	0,00	c	T1	0,00	d	T1	0,00	d	T1	0,00	c

Tratamientos unidos por la misma letra en columna, no existe significación estadística.

T1: Testigo absoluto
T2: Control manual
T3: Clethodim 0,50 L/ha
T4: Clethodim 0,75 L/ha
T5: Clethodim 1,00 L/HA

Asimismo, el experimento muestra que a mayor dosis, mayor control de malezas (Tabla 13), las dosis más alta aborda un espectro más amplio de malezas, resultando en un mejor control a lo largo del tiempo como lo menciona Rodríguez (2011) y Ccorahua (2019), según Suarez et al. (2004), al mismo tiempo, la mayor dosis puede proporcionar una persistencia prolongada del herbicida en el suelo, contribuyendo a un control sostenido durante las diversas etapas de crecimiento de las malezas; Rodríguez (2011), en estudio que examinó tres herbicidas con distintas dosis para controlar las malezas en el cultivo de plátano, llegó a la conclusión de que la dosis más elevada (4 L/ha) demostró un control superior del 85 % sobre las malezas, de manera que se confirma que a mayor dosis mayor control de malezas, por lo consiguiente, también la investigación de Ccorahua (2019), en control de malezas en puka kora, aplicando tres herbicidas sistémicos con diferentes dosis, el tratamiento con dosis más alta mostró los mejores resultados en el control de malezas, dando mayor respaldo a la credibilidad de nuestros resultados, en un experimento realizado por Rodríguez-Ruiz et al. (2015), se administraron dosis de 0,5, 1, 1,5 y 2, se observó que las dosis de 1,5 y 2 lograron un control del 100 %, estos hallazgos coinciden con los resultados de nuestro estudio, ya que observamos que a mayores dosis se obtuvo un mayor porcentaje de control de las malezas.

Tabla 14. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para la eficiencia de control de los herbicidas en cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, entre los meses de noviembre (2020) a mayo (2021)

Fuente variación	G.L	Cuadrados medios							
		30 dda		60 dda		90 dda		120 dda	
Tratamientos	4	1785,17	AS	7404,86	AS	4934,59	AS	1006,55	S
Bloque	3	86,64	S	32,19	NS	55,84	NS	467,15	S
Error Experimental	12	19,97		15,61		69,92		75,27	
Total	19								
CV		13,12		7,17		20,33		25,96	
R ²		0,97		0,99		0,96		0,90	
NS	: No significativo								
S	: Significativo								
AS	: Alta significancia								

La evaluación de la eficiencia del control de herbicidas en el cultivo de cacao se llevó a cabo a los 30, 60, 90 y 120 DDA, y los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza, (Tabla 14), en relación con estas evaluaciones, se observaron diferencias altamente significativas en los días 30, 60 y 90, debido que el nivel de significación es menor al planteado (0,01) y diferencias significativas en el día 120, debido que el nivel de significación es menor

al planteado (0,05) y no diferencias estadísticas a una probabilidad de 0,01. Estas diferencias, según Manterola et al. (2008), indican que al menos un tratamiento en estudio tiene un efecto notable en el control de malezas en el cultivo de cacao; por otro lado, al analizar los bloques, solo se detectaron diferencias estadísticas en los días 30 y 120, debido que el nivel de significación es menor al planteado (0,05) mientras que no hubo diferencias significativas en los días 60 y 90, debido que el nivel de significación es mayor al planteado (0,05 y 0,01), estas variaciones en los resultados estadísticos a lo largo del tiempo sugieren que la utilización de bloques no es apropiada, puesto que podría influir en los resultados, porque no ayudan a reducir la variabilidad no deseada o aleatoria en el experimento, en este contexto, un diseño completamente aleatorio (DCA) podría proporcionar resultados más fiables, dado que la falta de diferencias estadísticas en ciertos momentos temporales de los bloques no tiene un impacto significativo en los resultados finales como nos indica Lara (2000).

La composición de los coeficiente de variabilidad (CV) en nuestro estudio reveló valores del 13, 12, 7, 17, 20, 33, 25, 96 % (Tabla 14), valores que se consideran aceptables en el contexto de este tipo de experimentos, porque están dentro del rango de aceptación según el valor propuesto por Calzada (1986) y Condo y Pazmiño (2015), este nivel de coeficiente de variabilidad sugiere una consistencia razonable en los datos experimentales, lo que fortifica la confiabilidad de los resultados obtenidos en nuestro estudio, en cuanto a los valores de R^2 ; según Novales (2010), se evidencia una sólida relación entre las variables en estudio, con cifras de 0,97, 0,99, 0,96 y 0,90, estos números indican una relación positiva y fuerte entre las variables, con un rango del 97 al 99 %, respaldando así la solidez de la relación

Tabla 15. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) para la eficiencia de los herbicidas en el control de malezas en cacao a los 30, 60, 90, 120 días después de la aplicación de los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, entre los meses de noviembre (2020) a mayo (2021)

A los 30			A los 60			A los 90			A los 120		
Trat.	%	Sig.	Trat.	%	Sig.	Trat.	%	Sig.	Trat.	%	Sig.
T5	50,14	a	T5	98,12	a	T5	73,29	a	T5	37,27	a
T2	48,36	a	T4	83,65	b	T4	65,76	a	T4	21,33	b
T4	44,70	a	T3	74,77	c	T3	60,50	a	T3	15,61	b
T3	27,06	b	T2	18,82	d	T2	6,10	b	T1	0,00	c
T1	0,00	c	T1	0,00	e	T1	0,00	b	T2	0,00	c

Tratamientos unidos por la misma letra en columna, no existe significación estadística.

T1: Testigo absoluto

T2: Control manual

T3: Clethodim 0,50 L/ha

T4: Clethodim 0,75 L/ha

T5: Clethodim 1,00 L/HA

La prueba de DGC respecto a la eficiencia de los tratamientos (Tabla 15), se evidencia una eficiencia destacada en el tratamiento T₅ (Clethodim 1L/ha) en todas las fechas de evaluación, siendo los tratamientos T₅, T₂ y T₄ los más eficientes a los 30 días, estadísticamente equivalentes entre sí, en este contexto, Tiscornia (1989), subraya la relevancia del control manual de malezas, destacando su capacidad para eliminarlas de manera inmediata, a diferencia de los herbicidas cuya acción es más gradual; estas razones explican la similitud estadística en la eficiencia de los resultados, sin embargo a los 60, 90 y 120 DDA, se observa que la eficiencia en el control de malezas se destaca especialmente con la aplicación del herbicida Clethodim, mostrando mayor eficiencia a los 60 DDA, (1, 0,75 y 0,5 L/ha) con porcentajes de 98,12, 83,65 y 74,77 %, alcanzando su punto máximo de eficacia, debido que ya a los 90 DDA, los tratamientos con Clethodim la eficiencias disminuye a valores de 73,29, 65,76 y 60,50 %, comparado con el control manual, que apenas alcanza el 6,10 %, finalmente a los 120 DDA, la eficiencia fue de 37,27, 21,33 y 15,61 % en dosis de 1, 0,75 y 0,5 L/ha de Clethodim, mostrando una vez más que a mayor dosis de Clethodim mayor efecto en control de malezas, aunque estadísticamente estos valores son equivalentes, mientras que el control manual muestra una eficiencia del 0 %. Según Anzalone (2007) y Grupo-Andina (2022), el Clethodim actúa como inhibidor de la acetil-CoA carboxilasa (ACCase), que es una enzima clave en la biosíntesis de lípidos en las plantas, esta acción interfiere con la capacidad de la planta para producir lípidos esenciales para su crecimiento y desarrollo, resultando en la muerte de las malas hierbas gramíneas; para López et al. (1986), la inhibición de la síntesis de lípidos impacta directamente en la integridad y función de las membranas celulares, esenciales para el transporte de nutrientes y la comunicación celular y con la aplicación de Clethodim la interrupción de la síntesis de lípidos debilita estas membranas, afectado la capacidad de la planta para retener agua y nutrientes otro modo de acción de Clethodim es la afectación de la síntesis de ácidos grasos, debido que induce a la detención del crecimiento celular, en especial contra las malas hierbas gramíneas como lo menciona el Registro Nacional - ICA (2022); según Álvaro (2008) y Zita (2012) a lo largo del tiempo, la continua interrupción de la síntesis de lípidos y ácidos grasos, detienen el crecimiento celular de la planta, como consecuencia hay una muerte celular de las plantas, reflejándose un necrosismo y muere porque además las plantas no pueden absorben agua tampoco nutrientes. Por ultimo para Millán (2022), la eficacia fisiológica del Clethodim radica en su capacidad para interferir específicamente con procesos bioquímicos cruciales para el crecimiento y desarrollo de las malas hierbas gramíneas, sin afectar significativamente a los cultivos deseados.

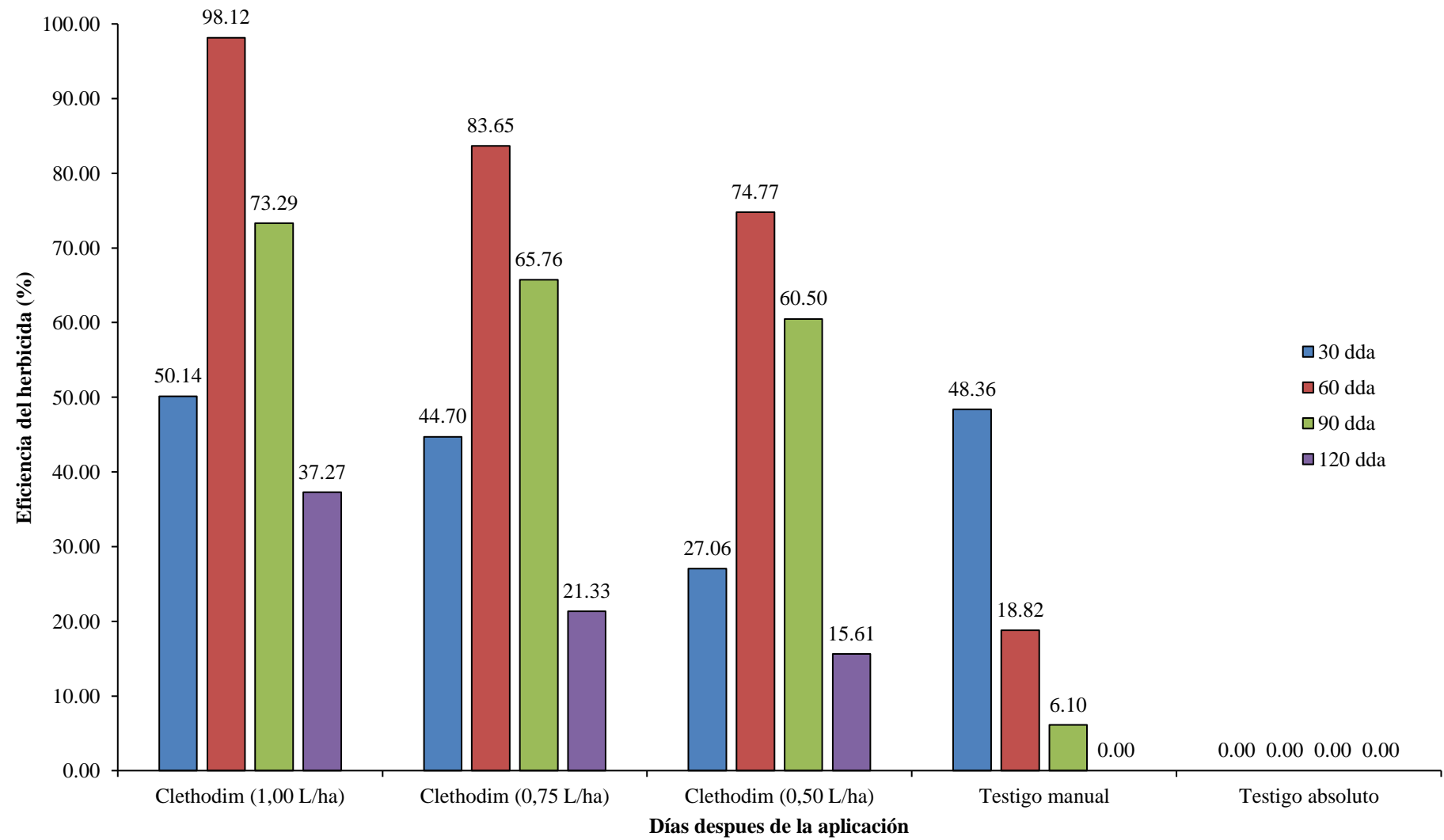


Figura 15. Eficiencia de los herbicidas en malezas de cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos

Taberner et al. (2007) explica que, el nivel de eficacia de los herbicidas puede verse afectado por la población y tamaño de las malezas; esto se explica porque, durante la aplicación, el herbicida puede no llegar a todas las malezas, en el experimento con el fin de abordar esta cuestión, se buscó homogeneizar las malezas a aproximadamente 30 cm, lo que permitió una mayor cobertura en las malezas. Para Sanz (2020) y López et al. (2020), estas acciones contribuyeron significativamente a mejorar la eficacia del tratamiento con herbicida, demostrando así una mayor eficiencia en la acción de los herbicidas, de manera que los resultados del experimento revelan una mayor eficacia en la aplicación de Clethodim en el control de malezas gramíneas, obteniéndose un control superior al 95 %.

El experimento de Taberner et al. (2007), muestra que con el pasar el tiempo la eficiencia del herbicida Clethodim disminuye, es probable debido a la repoblación, semillas no afectadas y rebrote de malezas, también puede deberse a la resistencia de las malas hierbas a los herbicidas para sobrevivir y reproducirse; Sánchez (2006) explica que, debido que estas plantas absorben agua, nutrientes, las cuales inician la producción de proteínas, que les permite el desarrollo de raíces. Otra teoría emitida por Taberner et al. (2007), es que las poblaciones de malezas pueden desarrollar resistencia genética, reduciendo la eficacia del Clethodim; así como la variabilidad genética intrínseca en las poblaciones las cuales contribuye a la proliferación de biotipos de malezas como nos menciona Villalba (2009); para Álvaro (2008), estos fenómenos, junto con la capacidad de las plantas para metabolizar o detoxificar los ingredientes de los herbicidas, pueden explicar la disminución de la eficacia con el tiempo.

Considerando las citas bibliográficas, Pérez (2021) expresa que, la disminución de la eficiencia del Clethodim con el tiempo se atribuye a la evolución genética de las poblaciones de malezas, cambios en la fisiología de las plantas y la falta de diversificación en las estrategias de control, la gestión adecuada, que incluye la rotación de herbicidas y prácticas agrícolas sostenibles, pueden ser esencial para minimizar la resistencia de las malezas a herbicidas específicos; para lograr un control efectivo de las malezas, es crucial considerar factores como los cambios genéticos y el encapsulamiento de las semillas, estos elementos desempeñan un papel significativo en la eficacia del control de malezas, los cambios genéticos pueden influir en su resistencia a herbicidas específicos, lo que destaca la importancia de comprender y adaptarse a estas variaciones, así como el encapsulamiento de las semillas también es una estrategia relevante, se busca mejorar la liberación controlada de herbicidas o agentes químicos, lo que puede contribuir a una mayor eficiencia en el control de las malezas.

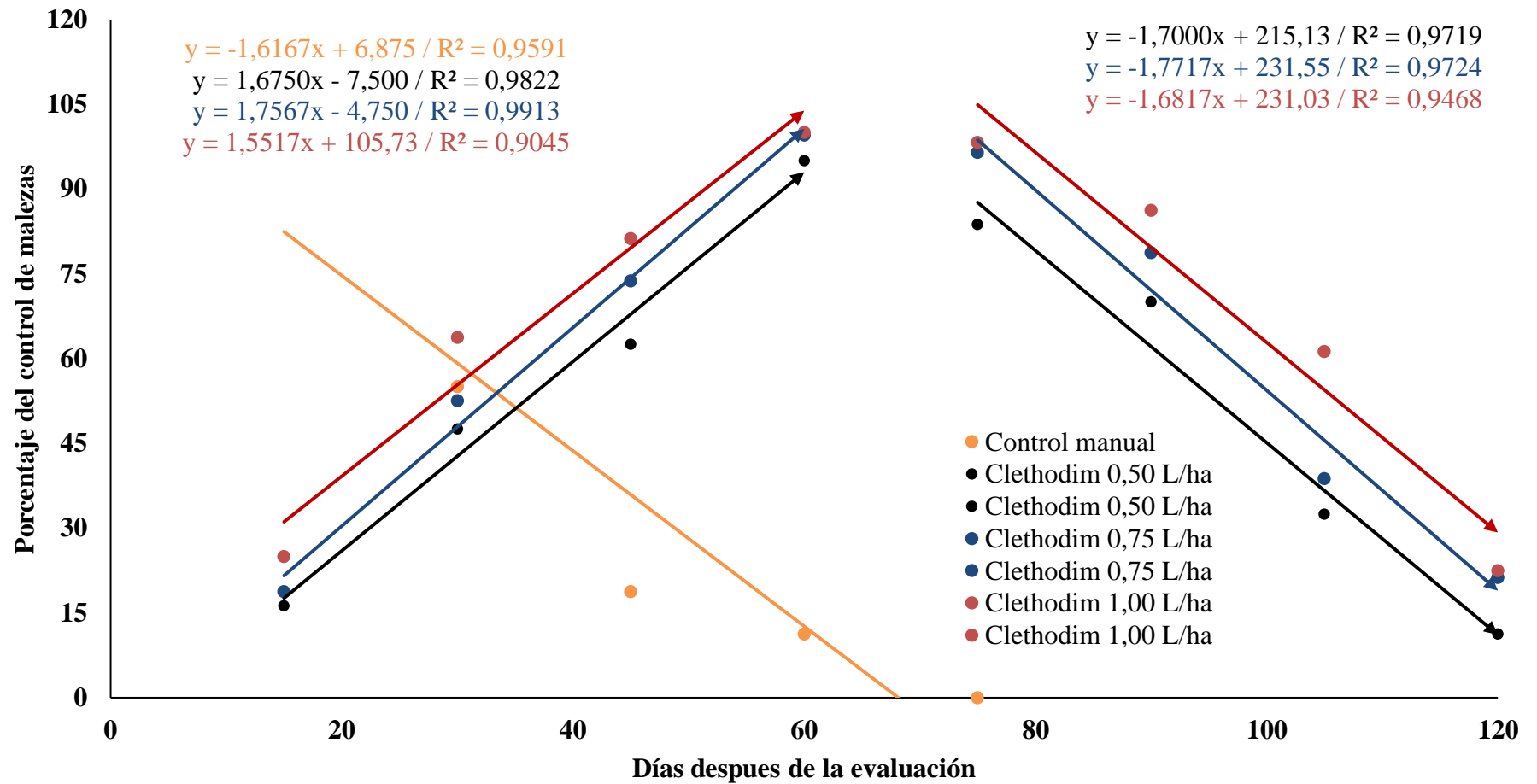


Figura 16. Regresión por tramos para el porcentaje de control de malezas hasta los 120 días después de la aplicación de los herbicidas en el cultivo de *Theobroma cacao* L

El análisis utilizando el método de regresión lineal reveló la relación entre el porcentaje de control de malezas y el tiempo, mostrando cómo Clethodim afecta el control a lo largo del tiempo, la eficacia alcanza su máximo potencial y luego disminuye debido al rebrote y la aparición de nuevas malezas, conforme a la acción sistémica de los herbicidas planteado por Taberner et al. (2007); Álvaro (2008) y Villalba (2009); Para Coral (2017) y FARMAGRO (2020), las aplicaciones de Clethodim a dosis de 0,5, 0,75 y 1 L/ha demostraron una mayor eficiencia de control, alcanzando tasas 1,6750, 1,7567 y 1,5517 de incremento específicos hasta los 70 días aproximadamente, luego se muestra una disminución de la eficiencia, la dosis de 1 L/ha logró un control del 100 %, atribuido a una mayor cantidad de herbicida disponible, al disminuir la eficiencia del herbicida, cuando la eficiencia fue el 100 %, se obtiene una menor repoblación de malezas, subrayando la efectividad de dosis más altas., además Peterson et al. (2021), a diferencia del control manual, aunque es una alternativa de control, no es sostenible a largo plazo, ya que las malezas tienden a repoblarse rápidamente, máximo 30 días el 100 %, aunque dependerá de las condiciones ambientales, por lo tanto es recomendable el control químico.

En términos generales, Vencill (2002), nos indica que los tratamientos con Clethodim en diferentes dosis (1, 0,75 y 0,5 L/ha) demostraron un control efectivo, especialmente en parcelas con más del 80 % de infestación de malezas de hojas angostas, la eficacia de Clethodim, se atribuye a su capacidad sistémica, puesto que está clasificado como ciclohexanodiona y selectivo para dicotiledóneas; así también Espinoza (2002), indica que la aplicación de herbicidas selectivos, como Clethodim, alcanzando un control del 99 % en poblaciones específicas de malezas; por otro lado Anzalone (2007) y González et al. (2020), expresan que el alto porcentaje de eficacia puede variar debido a diversos factores, como el tipo de malezas, condiciones climáticas y momento de la aplicación), aunque a largo plazo la eficiencia del control no se sostiene, pero para Peterson et al. (2001), su eficiencia supera los 120 días a mayor dosis; por último Anzalone (2007) y González et al. (2020), con sus experimentos determinaron que Clethodim mostró un control efectivo de malezas de hojas angostas, sin embargo la eficacia puede variar por factores como el tipo de malezas, condiciones climáticas y momento de aplicación.

4.2. Efecto residual

4.2.1. Poder residual de los tratamientos

El análisis de varianza (Tabla 16) para el porcentaje de rebrote de malezas en el cultivo de cacao, revela diferencias estadísticas significativas en los tratamientos durante las evaluaciones, de 60, 90 y 120 DDA de los herbicidas, esto se debe a que el nivel de significación es inferior al umbral establecido (0,05), indicando que al menos uno de los tratamientos difiere estadísticamente en cuanto al poder residual del herbicida bajo estudio como nos menciona Manterola et al. (2008) en su trabajo de investigación; en cuanto a los bloques, basado en el trabajo de Lara (2000), no se observan diferencias estadísticas en ninguna de las evaluaciones, debido que el nivel de significación es mayor al planteado (0,05 y 0,01), lo que sugiere que los resultados obtenidos en el campo no fueron influenciados por variaciones entre los bloques.

En relación al coeficiente de variabilidad (CV) en nuestro estudio, se registraron valores del 3,01, 5,90 y 1,85 %, todos considerados dentro de rangos aceptables para este tipo de experimentos, porque están dentro del rango de aceptación según el valor propuesto por Calzada (1986) y Condo y Pazmiño (2015), en cuanto a los valores de R^2 , según Novales (2010), se evidencia una sólida relación entre las variables en estudio, con cifras de 0,99, 0,99 y 0,98, estos números indican una relación positiva y fuerte entre las variables, con un rango del 98 y 99 %, respaldando así la robustez de la relación, de los tratamientos en estudio.

Tabla 16. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) del rebrote de malezas en cacao a los 60, 90 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos en el distrito de Castillo Grande, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, entre los meses de noviembre (2020) a mayo (2021)

Fuente variación	G.L	Cuadrados medios					
		60 DDA		90 DDA		120 DDA	
Tratamientos	4	10355,20	S	7495,63	S	479,38	S
Bloque	3	1,78	NS	23,33	NS	10,00	NS
Error experimental	12	1,37		9,79		2,71	
Total	19						
CV		3,01		5,90		1,85	
R^2		0,99		0,99		0,98	

NS : No significativo
S : Significativo
S : Significancia

La prueba de DGC con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ (Tabla 17) revela que, a los 60, 90 y 120 días después de la aplicación (DDA) de los herbicidas en el cultivo de cacao, los tratamientos que involucraron la aplicación de tratamiento químico superaron significativamente a otros métodos de control, específicamente, a los 60 días, los tratamientos con Clethodim a dosis de 0,75 y 1,00 L/ha no mostraron diferencias estadísticas significativas, indicando la eficacia similar de ambas dosis al presentar rebrote de malezas 0,5 y 0 %, sin embargo el control manual demostró un elevado índice de rebrote, alcanzando el 88,75 %, este contraste resalta la eficacia entre Clethodim y el control manual en el manejo de malezas, los resultados sugieren que los tratamientos químicos, especialmente aquellos con Clethodim a dosis de 0,75 y 1 L/ha, son considerablemente más efectivos en comparación con el control manual y dosis de 0,5 L/ha de Clethodim; comparando con la investigación de Herrera (2017), esta información brinda conocimientos valiosos para la toma de decisiones en la gestión de cultivos de cacao, asimismo, los resultados a los 90 días revelan que las aplicaciones de Clethodim en distintas dosis generan efectos variables, dependiendo de la cantidad administrada, se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, con porcentajes de rebrote de 30, 21,25 y 13,75 % para las dosis de 0,50, 0,75 y 1 L/ha, respectivamente, en contraste con los demás tratamientos, testigo absoluto y control manual, exhibieron un rebrote del 100 %, sugiriendo que, aunque Clethodim no posee propiedades residuales duraderas, ejerce un control prolongado. Para Alvarado et al. (2023) es importante señalar que este resultado no necesariamente indica que Clethodim retenga sus propiedades en el suelo y regule el rebrote y la germinación de malezas, en cambio, podría atribuirse a la distribución irregular de semillas de malezas; por otro lado Rosales (2016), indica que en el campo experimental, esto implica posibles variaciones en la velocidad de repoblación de malezas entre parcelas, incluso bajo la misma aplicación del herbicidas, así también Coral (2017) expresa que siempre se destaca su cierta residualidad y absorción rápida a través de las hojas; además según Osso (2021), de su selectividad hacia dicotiledóneas y utilidad en cultivos con cobertura de leguminosas; por último para Sánchez (2018); Tejada (2016) y Pedreros et al. (2011), las diferencias en las poblaciones de malezas podrían atribuirse a la dispersión no uniforme de semillas en el campo de cultivo ya su profundidad variada, también, las semillas presentan mecanismos fisiológicos que permiten una germinación desigual según las condiciones favorables, posibilitando múltiples germinaciones durante el ciclo vegetativo, algunas especies de malezas cuentan con semillas que pueden permanecer en estado latente por

más de 10 años, lo que, combinado con la abundancia de semillas viables en el suelo agrícola, da lugar a una germinación escalonada.

Después de transcurrir 120 días, los resultados obtenidos se asemejan notablemente a la evaluación previa, las aplicaciones de Clethodim a dosis de 1 y 0,75 L/ha muestran una disminución significativa en el rebrote de malezas, con porcentajes de 77,60 y 78,75 %, respectivamente, cabe destacar que no se observaron diferencias estadísticas significativas entre estas dos dosis, en contraste, la dosis más baja de 0,50 L/ha exhibe un incremento en el rebrote de malezas, registrando un valor del 88,75 %, es importante señalar que según Anzalone (2007), este fenómeno no se atribuye a la residualidad del herbicida en el suelo, sino que está vinculado a la cantidad de ingrediente activo requerida para que una maleza manifieste síntomas de clorosis; otros estudios hechos por Osso (2021) y Rosales (2006), respaldan la idea de que la eficacia de los graminicidas se ve afectada por diversos factores, como la especie de gramíneas, el estado de crecimiento, la hidratación de la maleza, así como factores ambientales como la temperatura, la lluvia y el contenido de agua en el suelo, estos elementos ejercen una influencia directa en la absorción, el transporte y la actividad del producto sobre la maleza, las cuales influye en el rebrote de las malezas.

Tabla 17. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) del rebrote de malezas en cacao a los 60, 90 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos, en el distrito de Castillo Grande, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, entre los meses de noviembre (2020) a mayo (2021)

Tratamientos	60 días		90 días		120 días	
	%	Sig.	%	Sig.	%	Sig.
T1: Testigo absoluto	100,00	a	100,00	a	100,00	a
T2: Control manual	88,75	b	100,00	a	100,00	a
T3: Clethodim 0,50 L/ha	5,00	c	30,00	b	88,75	b
T4: Clethodim 0,75 L/ha	0,50	d	21,25	c	78,75	c
T5: Clethodim 1,00 L/ha	0,00	d	13,75	d	77,50	c

Tratamientos unidos por la misma letra en columna, no existe significación estadística.

En líneas generales, para Pitty (2018) y López et al. (2020), se evidencia que las dosis más elevadas de herbicidas conllevan a un control más efectivo de las malezas, siendo utilizadas recomendadas por las casas comerciales para garantizar menos rebrotes, especialmente en condiciones desfavorables, a pesar de esta práctica extendida, los sistemas de producción agrícola sostenible buscan deliberadamente la aplicación de dosis reducidas de herbicidas, con el objetivo de mantener una eficacia suficiente en el control de malezas. Este

enfoque no solo busca minimizar los posibles impactos adversos en el entorno y en el cultivo, sino que también persigue la reducción de los costos, en este sentido, la tendencia hacia dosis más bajas no solo responde a una preocupación medioambiental, sino que también se alinea con la búsqueda de prácticas agrícolas económicamente eficientes; Para Mendoza (2017), la optimización de la eficacia de los herbicidas en los rebrotes, a dosis reducidas se perfila como una estrategia clave en el marco de la sostenibilidad, donde se busca equilibrar la productividad agrícola con la preservación ambiental, así mismo, Rodríguez (2012) nos indica que, este enfoque no solo implica un menor impacto en el ecosistema circundante, sino que también puede traducirse en ahorros significativos para los agricultores, contribuyendo así a una gestión más sostenible y equilibrada de los recursos agrícolas.

El efecto del rebrote de malezas tras la aplicación de herbicidas es un tema de gran relevancia en la agricultura, ya que la resistencia y capacidad de recuperación de las malezas pueden tener impactos significativos en la eficacia a largo plazo de las estrategias de control, la resistencia de las malezas a herbicidas es un fenómeno bien documentado y puede contribuir al rebrote de malezas posterior a la aplicación de estos productos mencionado por Heap (2021); Norsworthy et al. (2012) y Busi et al. (2008), plantean que, este rebrote puede atribuirse a la capacidad de recuperación de las especies después de la aplicación de herbicidas, varios factores, incluyendo condiciones ambientales, dosis de herbicidas y la biología de las especies de malezas, pueden influir en el rebrote de malezas; además Beckie y Tardif (2012), el manejo integrado de malezas, que combina diversas tácticas, se considera esencial para abordar el problema del rebrote y la resistencia a herbicidas; por último Powles y Yu (2010), la adopción de prácticas agrícolas sostenibles y el uso adecuado de herbicidas pueden ayudar a mitigar el rebrote de malezas y reducir la presión de selección para la resistencia que abordan aspectos clave como la resistencia, las dinámicas de recuperación de las malezas

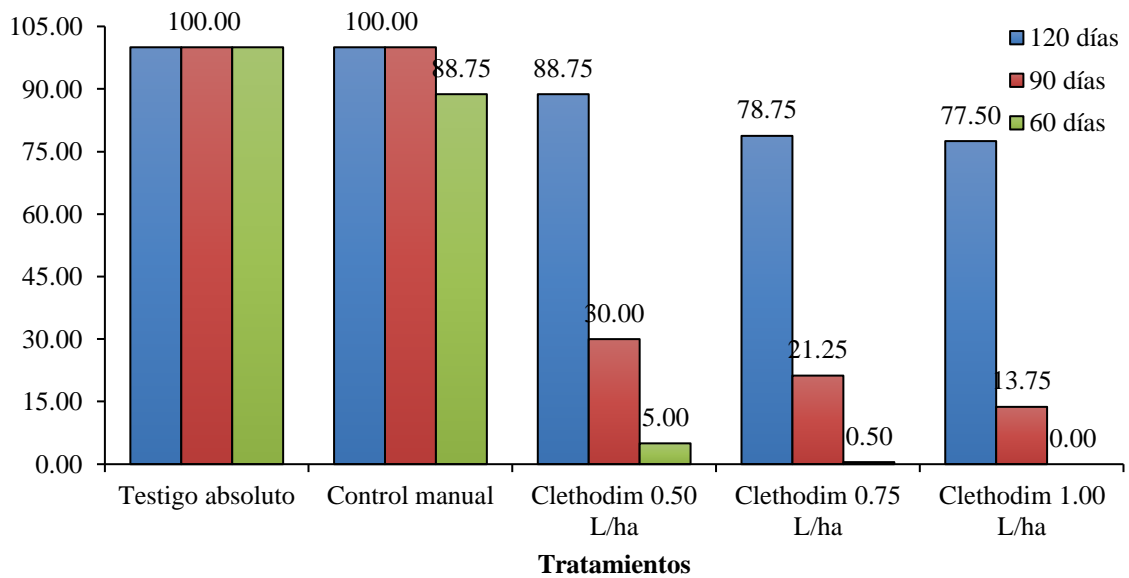


Figura 17. Porcentaje de rebrote de malezas a los 120 días de aplicación de los tratamientos

4.2.2. Ecuación lineal para repoblación de malezas

La aplicación post emergente de Clethodim en diversas concentraciones (Figura 18) reveló una tendencia uniforme entre ellas, ajustándose a un modelo de regresión lineal, las tasas de repoblación de malezas fueron 1,1458, 1,1867 y 1,1375 para 0,50, 0,75 y 1 L/ha de Clethodim respectivamente.

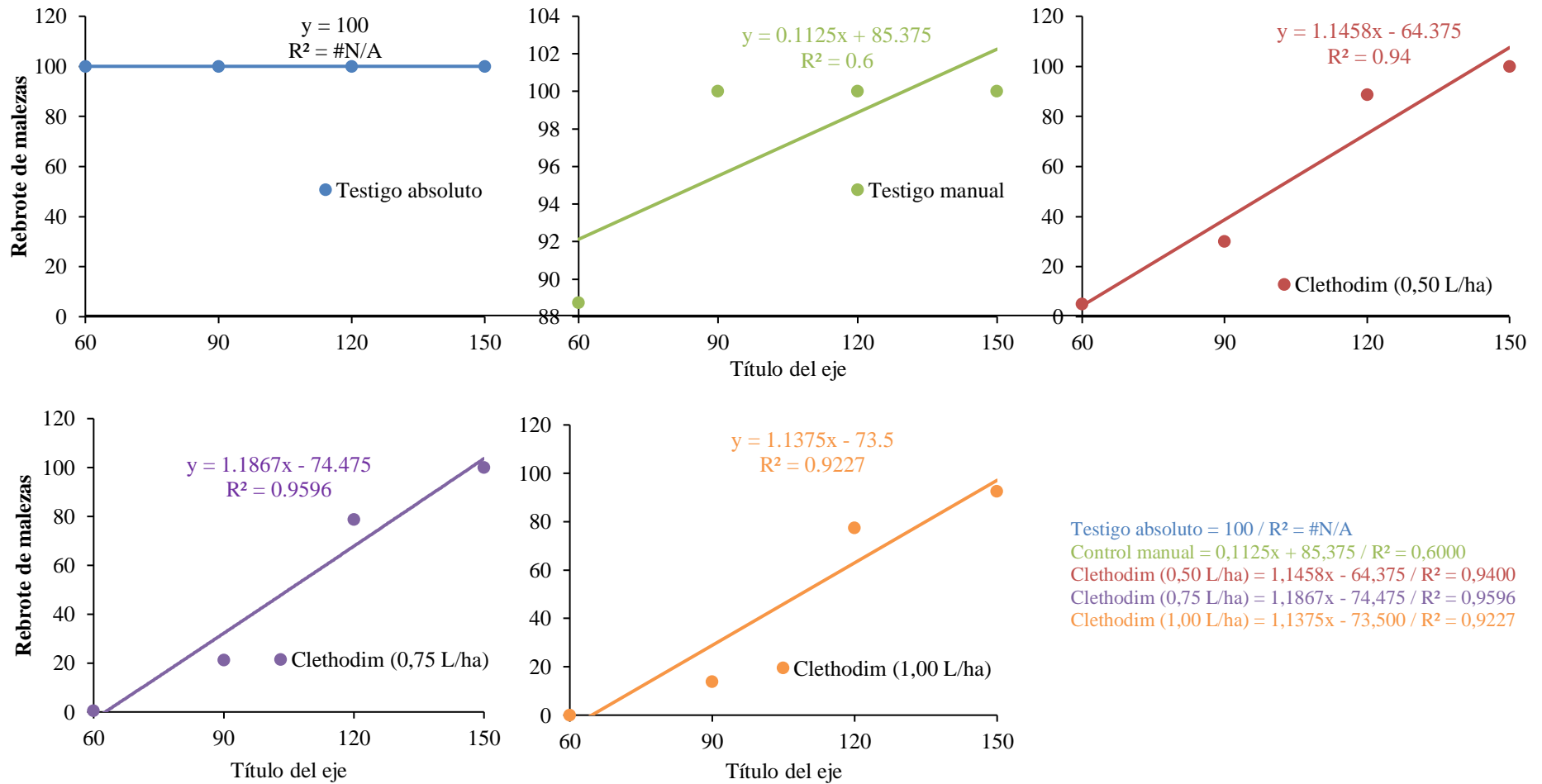


Figura 18. Regresión por tramos para repoblación de malezas de malezas a los 60, 90, 120 y 150 días después de la aplicación de los herbicidas en el cultivo de cacao.

Tanto el testigo absoluto como el control manual presentan tasas de repoblación inferiores por el alto poder de rebrote de las malezas, esto se debió a que, a los 60 días después del control manual de malezas, el porcentaje de infestación alcanzó casi el 100 % y se mantuvo constante hasta los 150 días. Los diversos coeficientes de determinación se situaron por encima del 90 % (Figura 5) en las ecuaciones generadas por la aplicación de Clethodim, en cambio, para el tratamiento de control manual, el R^2 fue solo del 60 %, y para el testigo absoluto no pudo definirse, estos valores del R^2 parecen confirmar que el porcentaje de rebrote está adecuadamente explicado por las ecuaciones obtenidas.

El R^2 mide la proporción de variabilidad en los datos (y) que explica el modelo de regresión según Gutiérrez y De La Varra (2012); en nuestro experimento, los valores de R^2 indicarían que más del 90 % de la variación observada en el porcentaje de brotamiento se atribuye al efecto del tiempo, sin embargo, Coral (2017) indica que, el uso selectivo de Clethodim logra un control efectivo de rebrote de malezas, sino que también conlleva a significativos ahorros en términos de mano de obra, este hecho podría ser un factor crucial en la gestión económica de los cultivos, al minimizar la necesidad de aplicaciones, se optimiza la utilización de recursos y se reduce el gasto total en el manejo de malezas, traduciéndose en mayores ganancias para los agricultores y productores.

Para finalizar, Gianelli et al. (2013) menciona que, la Infestación indica el grado de ocupación por malezas en un área, el control implica la eliminación física de malezas mediante trabajo manual, la aplicación de herbicida como Clethodim es un herbicida selectivo para gramíneas, de manera que el coeficiente de determinación evalúa la eficacia del modelo de herbicidas, así como la gestión económica de cultivos para optimizar el rendimiento de manera rentable, como el ahorros en mano en el control de malezas para mayor eficiencia y menores costo.

4.3. Análisis poblacional de malezas

4.3.1. Infestación de malezas

La evaluación inicial de la dominancia, densidad y frecuencia en el agroecosistema al inicio del experimento proporcionó una base para analizar la predominancia de ciertas malezas y su relación con la eficacia de los distintos tratamientos. Los resultados revelaron que tres especies prácticamente dominaban el paisaje de malezas, representando el 78 % de la dominancia total. Estas especies fueron identificadas como *Paspalum virgatum* L., *Paspalum conjugatum* L., y *Homolepsis aturensis* (HBK), el 22 % restante correspondía a otras 10 especies de menor importancia.

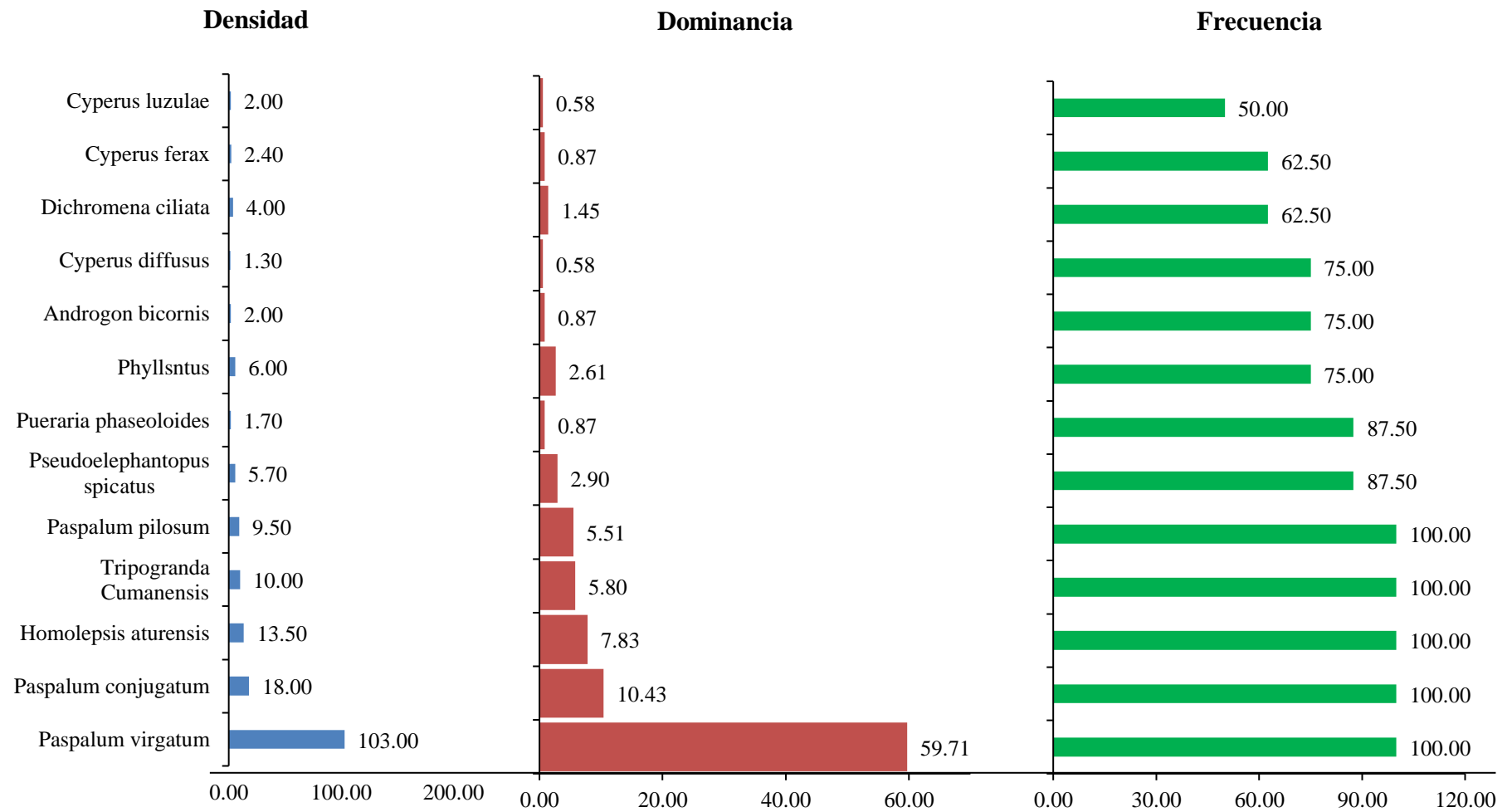


Figura 19. Diversidad de malezas en el suelo antes y después de la aplicación de los herbicidas en el cultivo de cacao

La dominancia relativa fue la medida cuantitativa más influyente en el valor de importancia de cada especie, *Paspalum virgatum* L, destacó como la especie dominante, con un impresionante 59,71 % en términos de dominancia, mientras que *Paspalum conjugatum* L, presentó un valor de 10,43 % en relación con la densidad de malezas *Paspalum*, estas tres especies principales (*Paspalum virgatum* L, *Paspalum conjugatum* L, y *Homolepsis aturensis* (HBK)) exhibieron las mayores densidades, registrando valores de 103, 18 y 13.5 plantas/m², respectivamente, cabe destacar que estas especies estuvieron presentes en toda el área muestreada, durante un experimento que involucró el uso de herbicidas químicos y orgánicos en el control de malezas en cultivos de cacao como lo menciona Gaspar (2017). Esta investigación también corrobora la presencia de estas especies en experimentos relacionados con la producción de hojarasca en sistemas de cacao, curiosamente según Requejo (2014), la falta de informes previos sobre *Paspalum virgatum* en agroecosistemas de cacao podría atribuirse a diversos factores, tales como la humedad del suelo y otros elementos que influyen en la población de malezas, incluso dentro del mismo agroecosistema, diversos estudios hechos por Swanton et al. (2008) y Baraibar et al. (2019), respaldan la idea de que las prácticas de manejo agrícola, como la selección de cultivos, la rotación de cultivos y las técnicas de labranza, desempeñan un papel fundamental en la determinación de la composición y abundancia de las especies de malezas presentes en un sistema agrícola; por otro lado Barberi (2002) y Méndez-Espinoza et al. (2018) indica que, la gestión del suelo, que abarca aspectos como la fertilización y la conservación del suelo, también se ha identificado como un factor clave que influye en la dinámica de las poblaciones de malezas, en relación con la frecuencia de malezas en los cuatro sitios muestreados, se observó que *Paspalum virgatum* L., *Paspalum conjugatum* L., *Homolepsis aturensis* (HBK), *Tripograndia cumanensis* y *Paspalum pilosum* L. estuvieron presentes con una frecuencia del 100 %. La presencia persistente de estas especies en los agroecosistemas de cacao según Arroyo et al. (2019) y Herrera (2017), sugieren su resistencia o adaptación a las prácticas de manejo agronómico empleadas en dichas áreas, destacar que estas malezas se manifiestan en comunidades mixtas, y su composición puede variar en respuesta a las prácticas de labranza y otras medidas agronómicas, la modificación de la flora natural, como la introducción de cultivos, prácticas agrícolas intensivas o el uso de herbicidas, puede ejercer influencia en la composición y abundancia de las especies de malezas presentes, este fenómeno subraya la importancia de comprender cómo las actividades humanas y las decisiones de manejo pueden incidir en la dinámica de las comunidades de malezas en los sistemas agrícolas, especialmente en entornos específicos como los agroecosistemas de cacao.

Sin embargo para Mohler et al. (2007) y Young et al. (2015), este enfoque ha demostrado su ineficacia debido a diversos factores, la eliminación física de las malezas, característica del control manual o mecánico, solo resulta efectiva a corto plazo, ya que las malezas tienden a regenerarse rápidamente (Rodríguez, 2012), la efectividad de las medidas de control mecánicas y manuales en la gestión de malezas ha sido reconocida en la literatura, especialmente cuando se aplican de manera recurrente durante la temporada o el ciclo de desarrollo de los cultivos; estas estrategias según Brainard et al. (2017) y Liebman et al. (2017), que incluyen labores de deshierbe manual, han demostrado su utilidad para reducir la competencia por recursos y minimizar la presencia de malezas en los campos agrícolas; no obstante, frente a la capacidad de regeneración rápida de las malezas, la implementación de enfoques más sostenibles se convierte en una necesidad imperativa para mantener un control efectivo a largo plazo; investigaciones recientes por Brainard et al. (2017) y Liebman et al. (2017), sugieren que la combinación de técnicas mecánicas con prácticas agrícolas que fomenten la biodiversidad y la competencia entre cultivos y malezas puede ser crucial para mitigar la resiliencia de las malezas. Para Teasdale (2003) y Blanco-Canqui (2016), la adopción de sistemas agrícolas sostenibles, como la agricultura de conservación y la siembra directa, ha demostrado promover la eficacia a largo plazo en el control de malezas, al tiempo que minimiza la dependencia de métodos intensivos y potencialmente perjudiciales para el ambiente. Estos enfoques sostenibles no solo abordan la rápida regeneración de las malezas, sino que también contribuyen a la conservación del suelo y la biodiversidad, proporcionando beneficios adicionales para la salud del agroecosistema. Aunque este fenómeno según Gockowski et al. (2004) y Asare et al. (2016), conduce a una invasión acelerada de malezas en los cultivos de cacao, dificultando su manejo, además, la duración efectiva del control manual se limita a aproximadamente 10 días, tras los cuales las malezas vuelven a proliferar, por tanto, se destaca que las medidas de control mecánicas y manuales son efectivas si se aplican en varias ocasiones durante la temporada o el ciclo de desarrollo, pero ante la rápida regeneración de las malezas, se requieren enfoques más sostenibles.

La composición de la parcela de cultivo de cacao estaba mayormente dominada por especies de hoja angosta, representando aproximadamente el 87,25 % de la vegetación, mientras que las especies de hoja ancha constituían solo alrededor del 12,75 % de la población de malezas en el área de estudio, estos resultados según Requejo (2014), pueden variar según diferentes factores, como la humedad del suelo, la densidad de siembra, la edad del cultivo, los herbicidas utilizados y otros aspectos relacionados con el manejo agronómico,

es importante señalar que estos hallazgos pueden diferir de los resultados informados por otros autores, quien encontró una mayor invasión de malezas de hoja ancha, alrededor del 80 %, en los cultivos de cacao, esta discrepancia en los resultados podría atribuirse a diversas razones, como las diferencias en las condiciones del suelo, la ubicación geográfica, el uso de herbicidas específicos y las prácticas de manejo aplicadas en el cultivo, se señala que la invasión de malezas de hoja ancha en los cultivos de cacao es un problema generalizado y que históricamente se ha abordado con métodos manuales o mecánicos, pero se menciona la ineficacia de estos enfoques a largo plazo. debido a la rápida regeneración de las malezas. la contribución es una comprensión más profunda de los desafíos en el control de malezas con aplicación de Clethodim en los cultivos de cacao, destacando la necesidad de enfoques sostenibles y considerando diversos factores que afectan la composición de las comunidades de malezas.

4.3.2. Densidad de malezas

En el análisis de varianza (Tabla 18) sobre la densidad de malezas en los cultivos de cacao, se identifican diferencias altamente significativas en las evaluaciones de 30, 60, 90 y 120 DDA de los tratamientos, esto se concluye al encontrar un nivel de significación menor al umbral establecido (0,01), indicando según Manterola et al. (2008), que al menos un tratamiento difiere significativamente de los demás, aunque en la evaluación inicial de los tratamientos (0 días) no se observaron diferencias estadísticas entre ellos, esta homogeneidad puede atribuirse a que aún no se ha manifestado el efecto de los tratamientos, en cuanto a los bloques, no se detectan diferencias estadísticas en las evaluaciones de 30, 60, 90 y 120 DDA, sugiriendo que las variaciones entre bloques no influyeron significativamente en los resultados obtenidos en el campo según lo mencionado por Lara (2000); sin embargo, en la evaluación inicial de 0 días, se observaron diferencias estadísticas, indicando que los bloques se ejecutan correctamente desde el principio. En lo que respecta al coeficiente de variabilidad (CV) en nuestro estudio, se registraron valores del 8,61, 6,44, 8,20, 9,60 y 2,30 %, todos considerados dentro de rangos aceptables para este tipo de experimentos, porque están dentro del rango de aceptación según el valor 30 % propuesto por Calzada (1986) y Condo y Pazmiño (2015). En relación a los valores de R^2 , se evidencia una sólida relación entre las variables en estudio, con valores de 0,64, 0,97, 0,99, 0,98 y 0,99, estos números según Novales (2010), indican una relación positiva y fuerte entre las variables, con un rango del 97 al 99 %, respaldando así la robustez de la relación, también se consideran que en la primera evaluación, la relación de variables en estudio fue del 64 %.

Tabla 18. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) de la densidad de malezas en cacao a los 0, 30, 60, 90 y 120 DDA de los tratamientos en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, entre los meses de Noviembre (2020) a Mayo (2021).

Fuente variación	Cuadrados medios										
	G.L	0 dda		30 dda		60 dda		90 dda		120 dda	
Tratamientos	4	400,00	NS	7170,00	AS	31022,80	AS	21438,80	AS	4295,20	AS
Bloque	3	1600,00	S	256,00	NS	0,16	NS	108,16	NS	0,00	NS
Error Experimental	12	342,86		81,71		58,56		220,27		17,14	
Total	19										
CV		8,61		6,44		8,20		9,60		2,30	
R ²		0,64		0,97		0,99		0,98		0,99	

NS : No significativo
 S : Significativo
 AS : Alta significancia

Tabla 19. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) para la densidad de malezas en cacao a los 0, 30, 60, 90 y 120 después de la aplicación de los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).

Densidad de malezas														
0 DDA			30 DDA			60 DDA			90 DDA			120 DDA		
Clave	%	Sig.	Clave	%	Sig.	Clave	%	Sig.	Clave	%	Sig.	Clave	%	Sig.
T4	195	a	T1	200	a	T1	209	a	T1	220	a	T1	223	a
T3	185	a	T3	155	b	T2	165	b	T2	200	a	T2	217	a
T5	175	a	T4	125	c	T3	55	c	T3	91	b	T3	197	b
T1	175	a	T5	100	d	T4	38	d	T4	85	b	T4	195	b
T2	170	a	T2	100	d	T5	4	e	T5	60	c	T5	140	c

Tratamientos unidos por la misma letra en columna, no existe significación estadística.

T1: Testigo absoluto
 T2: Control manual
 T3: Clethodim 0,50 L/ha
 T4: Clethodim 0,75 L/ha
 T5: Clethodim 1,00 L/ha

La prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) (Tabla 19), en la primera evaluación (0 días), se determinó que estadísticamente, todos los tratamientos son iguales con porcentajes desde 195 hasta 170 %, correspondiendo al tratamiento T₄ que expresa mayor porcentaje de densidad de malezas.

En el análisis de densidad de malezas a los 30 DDA, se observaron variaciones significativas entre los diferentes tratamientos, el testigo absoluto (T₁) mostró una densidad de malezas del 200 %, sirviendo como referencia, los tratamientos con Clethodim a 0,50 L/ha (T₃), 0,75 L/ha (T₄), y 1,00 L/ha (T₅) exhibieron reducciones progresivas en la densidad de malezas, registrando valores de 155, 125 y 100 %, respectivamente, estos resultados indican una respuesta dosis dependiente, donde mayores cantidades de Clethodim resultaron en una mayor eficacia en la supresión de malezas, por otro lado, el control manual (T₂) también logró una densidad de malezas del 100 %, mostrando un nivel de efectividad similar al tratamiento con Clethodim a 1 L/ha, es importante tener en cuenta estos hallazgos al considerar la selección de dosis y métodos de control de malezas en futuras prácticas agrícolas.

Los resultados de un experimento con el herbicida Clethodim en diferentes concentraciones, evaluando su efectividad en el control de la maleza, se utilizaron distintas dosis del herbicida (0,50, 0,75 y 1 L/ha), así como un testigo absoluto y un control manual para comparación, los valores numéricos representan el porcentaje de control de la maleza observado para cada tratamiento, los resultados muestran que el testigo absoluto logró un 209 % de control, siendo la referencia máxima, el control manual obtuvo un 165 %, seguido por el Clethodim a 0,50 L/ha con un 55 %, 0,75 L/ha con un 38 %, y 1,00 L/ha con un 4 %. Estos datos indican que, a medida que aumenta la concentración de Clethodim, disminuye su eficacia en el control de la maleza, evidenciando una relación dosis-respuesta inversa.

A los 90 DDA, se observa que los tratamientos T₁ (Testigo absoluto) y T₂ (Control manual) tienen porcentajes altos, alrededor de 220 y 200 %, respectivamente, y no muestran diferencias significativas entre sí, los tratamientos T₃ y T₄ (Clethodim 0,50 L/ha y 0,75 L/ha) presentan valores más bajos, alrededor de 91 y 85 %, y muestran diferencias significativas respecto a los tratamientos anteriores, el tratamiento T₅ (Clethodim 1 L/ha) tiene el porcentaje más bajo, 60 %, y es significativamente diferente de los tratamientos anteriores.

A los 120 días, se observa que el Testigo absoluto (T₁) y el Control manual (T₂) muestran porcentajes relativamente altos, con valores de 223 y 217 %, respectivamente, y no presentan diferencias significativas entre sí. Los tratamientos con Clethodim a diferentes concentraciones (T₃, T₄ y T₅) exhiben porcentajes más bajos, con valores de 197, 195 y 140 %, respectivamente.

respectivamente. Se observan diferencias significativas entre los tratamientos Clethodim y los tratamientos de referencia (T_1 y T_2), indicados que los tratamientos T_3 y T_4 , son iguales estadísticamente y diferentes al tratamiento T_5 .

En el estudio sobre el uso de Clethodim para el control de malezas de hojas angostas en el cultivo de quinua, Herrera (2017) señaló variaciones significativas en la población de malezas en función de la implementación de regulaciones. Cuando se aplicó un control de malezas, la población osciló entre 471,588 y 623,306 plantas por hectárea. En contraste, sin ninguna medida de control, la población alcanzó notoriamente 5 313,523 plantas por hectárea. La capacidad máxima de carga de malezas encontrada en este estudio fue de 2 000,000 plantas/ha, posiblemente atribuida al crecimiento de las plantas de cacao a más de 1 metro de altura y a la presencia de sus hojas caídas, lo que obstaculizó la proliferación de las malezas.

Según Ferguson et al. (2008) y Nalewaja et al. (2000), Clethodim se destaca por la disminución proporcional a la concentración más alta del ingrediente activo, resalta la importancia de la optimización de las dosis para lograr un control eficaz de las malezas en diversos sistemas agrícolas. Investigaciones hechas por Vencill et al. (2012) y Steele et al. (2011), han demostrado que la eficacia de Clethodim, un herbicida de la familia de las ciclohexenodionas, está directamente relacionada con la cantidad aplicada y la supresión de diferentes especies de malezas, contribuyendo así a la elaboración de estrategias de manejo más efectivas (Vencill et al., 2012; Steele et al., 2011), la dosificación de Clethodim se revela como un componente crítico en el diseño de programas de control de malezas, asegurando no solo la eficacia deseada sino también minimizando posibles efectos adversos en los cultivos y el medio ambiente.

además Young (2004), indica que, el número de aplicaciones de Clethodim también desempeña un papel destacado en el control de las malezas, aunque la práctica común sugiere dos aplicaciones, este estudio específico optó por realizar únicamente una aplicación de Clethodim. Esta singularidad podría haber influido en permitir una mayor repoblación de malezas, especialmente considerando que las dosis más bajas podrían no haber sido tan efectivas en la supresión sostenida del crecimiento de estas. La divergencia notoria en la repoblación de malezas entre los tratamientos de control y los tratamientos con Clethodim, como se aprecia en la Figura 21, destaca la efectividad de este herbicida en el manejo de las malezas en el cultivo de cacao. En los tratamientos sin Clethodim (testigos), se observó una rápida y significativa repoblación de malezas, contrarrestada de manera notable en los

tratamientos con Clethodim. Este fenómeno fue especialmente evidente alrededor de los 70 DDA, periodo en el cual los tratamientos con Clethodim demostraron una reducción significativa en la proliferación de malezas.

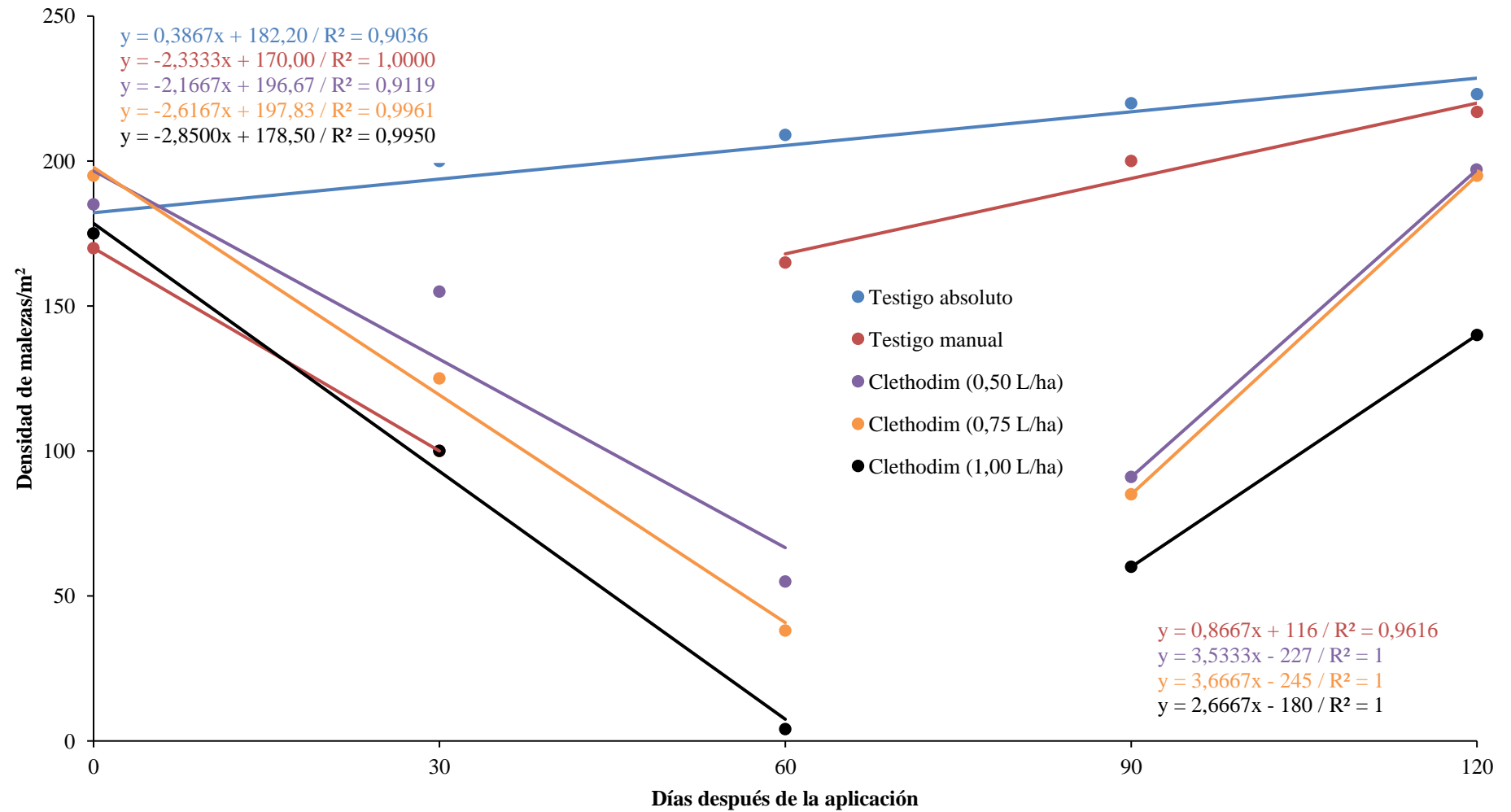


Figura 20. Curva de densidad de malezas resultado de la aplicación de Clethodim en el cultivo de cacao

Rodríguez-Ruiz, et al. (2015), expresa que es esencial destacar que la eficacia de Clethodim en la supresión de malezas fue más pronunciada en aquellos tratamientos que emplearon dosis más elevadas del producto. Los resultados revelan que, a partir de los 90 DDA, la repoblación de malezas tiende a aumentar, sugiriendo la importancia de mantener una atención continua al manejo de malezas en etapas posteriores del cultivo. En cuanto a las dosis específicas, se observa una repoblación similar de malezas en las dosis de 0,5 y 0,75 l/ha, indicando cierta equivalencia en su efectividad. Sin embargo, la dosis de 1 l/ha se destaca al mostrar una disminución significativa en la repoblación, consolidándose como la opción más efectiva para mantener niveles bajos de malezas después de los 90 DDA. Estos hallazgos sugieren que la elección cuidadosa de la dosis de Clethodim, especialmente enfocándose en dosis más elevadas, puede ser crucial para lograr un control efectivo y sostenido de las malezas en el cultivo de quinua, destacando la importancia de considerar no solo la aplicación temprana sino también la duración y la intensidad del control a lo largo del ciclo de crecimiento de las plantas.

4.4. Análisis económico

Para respaldar la recomendación de un herbicida, es esencial evaluar no solo su eficiencia sino también la duración de su acción en las malezas. En este contexto, un herbicida ideal se caracteriza por poseer un sólido poder residual, un alto porcentaje de control y, por supuesto, ser económicamente viable. En nuestra investigación, los tratamientos sometidos a prueba superaron la categoría de "bueno" en la escala de medición, lo que significa que todos los tratamientos lograron al menos un nivel aceptable de control de malezas en los cultivos de cacao.

Los resultados económicos refuerzan la viabilidad del uso de Clethodim en distintas dosis para el control de malezas en los cultivos de cacao. El costo por día de control se calculó considerando el período en el que la parcela alcanzó el 50 % de repoblación de malezas. De acuerdo con los datos, las aplicaciones de Clethodim a dosis de 0,50, 0,75 y 1,00 L/ha presentaron costos por día de control más bajos, registrando valores de S/0,93, S/1,16 y S/1,48 respectivamente. Además, estos tratamientos mantuvieron su efecto durante un periodo extenso de 113, 123 y 122 días, evidenciando una notable eficacia y duración en el control de las malezas.

En contraste, el control manual resultó en un elevado costo de control por día, alcanzando la cifra de S/7,50. Este contraste resalta la eficiencia económica de Clethodim, ya

que su costo es significativamente más bajo en comparación con el control manual. Este descubrimiento coincide con el trabajo de Pérez (2021), quien logró reducir el costo de control de malezas en un 25% mediante el uso de herbicidas sistémicos en el cultivo de cacao en la misma región, con un costo de control de 0,84 soles por día. La perspectiva económica de emplear graminicidas selectivos resulta beneficiosa al reducir el número de aplicaciones necesarias, disminuyendo así los costos asociados a la mano de obra. Según el estudio de Coral (2017), esta reducción en la aplicación de herbicidas puede traducirse en una disminución del costo laboral en un 60%

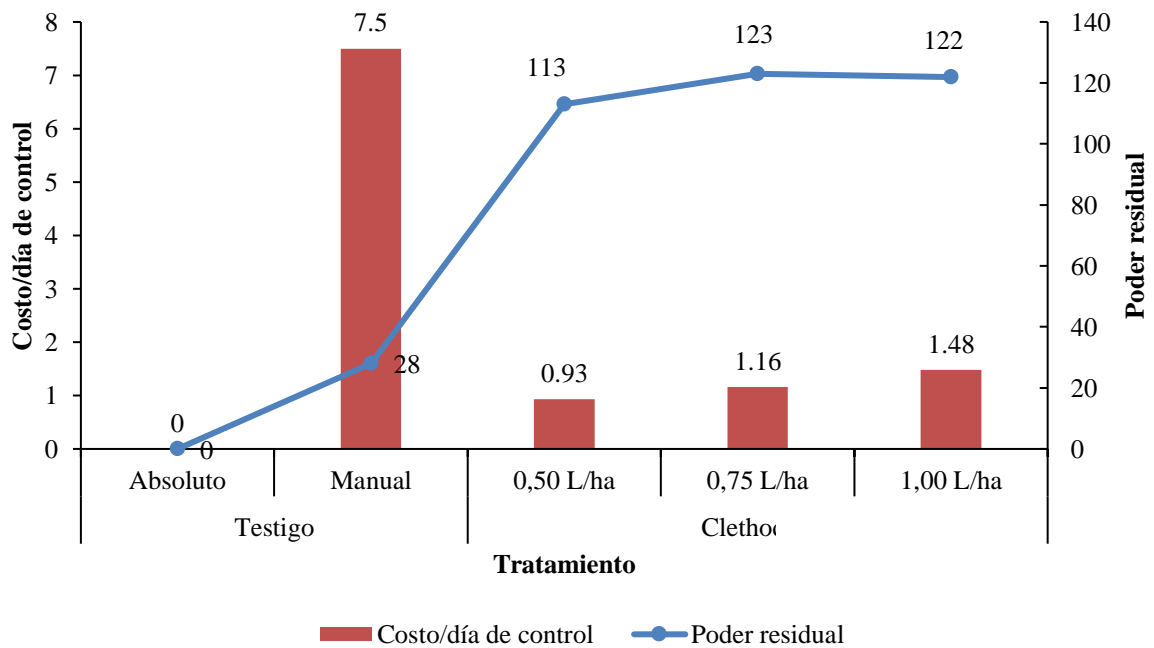


Figura 21. Análisis económico de los tratamientos en estudio.

La utilización de Clethodim, especialmente a la dosis de 0,75 L/ha, se revela como una estrategia económicamente eficiente para el manejo de malezas en cultivos de cacao. Este herbicida no solo optimiza los costos de aplicación, sino que también exhibe un efecto residual sustancial, manteniendo los costos de control en niveles bajos durante un período significativo. La dosis de 0,75 L/ha, en particular, emerge como un punto óptimo que equilibra eficacia y rentabilidad. Además, los beneficios de los graminicidas selectivos se extienden más allá de la reducción de costos directos. La capacidad demostrada para disminuir el número de pases requeridos en el control de malezas se traduce en una reducción notable del costo por mano de obra, llegando a alcanzar hasta un 60%. Esta eficiencia en la gestión laboral no solo ahorra

recursos económicos, sino que también libera tiempo y esfuerzo, permitiendo a los agricultores concentrarse en otras actividades esenciales para el éxito de sus cultivos.

Esta estrategia integral, apoyada por la aplicación adecuada de Clethodim y la implementación de gramínicidas selectivos, no solo ofrece una solución efectiva para el control de malezas, sino que también proporciona a los agricultores una alternativa económicamente viable. Este enfoque holístico no solo mejora la sostenibilidad económica de la producción de cacao, sino que también contribuye a optimizar los recursos y promover prácticas agrícolas más eficientes.

V. CONCLUSIONES

1. En términos de eficacia de control, se concluye que las aplicaciones de Clethodim a dosis de 1,00, 0,75 y 0,50 L/ha exhibieron un notable potencial, logrando un control del 100 % en la población de malezas.
2. A los 120 días post-aplicación, se observa que las aplicaciones de Clethodim a dosis de 0,5; 0,75 y 1 L/ha mostraron un menor poder residual en comparación con el control manual, registrando tasas de rebrote de malezas del 88,75, 78,75 y 77,5 %, respectivamente. A pesar de esta disminución en la eficacia residual, las aplicaciones de Clethodim mantuvieron un rendimiento superior al control manual, que presentó un 100% de rebrote en el mismo período.
3. Desde una perspectiva económica, las aplicaciones de Clethodim a dosis de 0,5; 0,75 y 1,00 L/ha demostraron ser rentables, generando costos por día de control de S/. 0,93; 1,16 y 1,48, respectivamente. Estos resultados son particularmente significativos ya que se logró mantener un poder residual superior a los 120 días, contribuyendo así a una gestión sostenible y económicamente eficiente del control de malezas en los cultivos de cacao.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Dado que se ha demostrado que las aplicaciones de Clethodim a dosis de 1,00, 0,75 y 0,50 L/ha alcanzaron un control del 100 %, se podría realizar una investigación adicional para determinar la dosis y la frecuencia de aplicación más eficaces para mantener un control óptimo de las malezas a lo largo del tiempo. Esto podría ayudar a reducir aún más los costos y maximizar la eficacia
2. Aunque las aplicaciones de Clethodim lograron un control efectivo de las malezas, se observó que su poder residual disminuyó a los 120 días. Sería beneficioso investigar otros herbicidas o métodos que puedan mantener un control a largo plazo sin la necesidad de aplicaciones frecuentes. Esto podría contribuir a una gestión más sostenible de las malezas.
3. Se debe Continuar investigando y evaluando el impacto económico a largo plazo de las aplicaciones de Clethodim y otros métodos de control de malezas. Esto podría incluir la medición de los costos y beneficios a lo largo de múltiples temporadas de cultivo para comprender mejor la rentabilidad a largo plazo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado, L., Castro, V., Borjas, R., Bello, S. y Julca, A. (2023). Estado del conocimiento sobre las malezas en el cultivo de café en selva central del Perú. *RIVAR, Artículo de investigación*, 10(28), 181-194. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/rivar/v10n28/0719-4994-rivar-10-28-181.pdf>
- Álvaro, A. (2008). *Herbidas: Modos y mecanismos de acción en plantas*. https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/47809/mod_resource/content/1/Herbidas%20Modos%20y%20Mec%20accion%20Anzalone.pdf.
- Anzalone, A. (2007). *Herbidas: Modos y mecanismos de acción en plantas*. Recuperado el 17 de abril de 2023, de https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/47809/mod_resource/content/1/Herbidas%20Modos%20y%20Mec%20accion%20Anzalone.pdf
- Arca, M. (2001). *Cultivo de Alcachofa sin espina*. Instituto Nacional De Investigacion Agraria: http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1022/1/INIACultivo_alcachofa_sin_Espinas.pdf
- Arizaleta, M., Anzalone, A. y Silva, A. (2008). Efecto del uso de metsulfuron-metil y glifosato sobre malezas asociadas a cafetales en Venezuela. *Bioagro*, 20(2). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612008000200001
- Arroyo, D., Garay, J., Demaría, M. y Rauber, R. (2019). *Malezas del semiárido central argenti*. INTA: https://inta.gob.ar/sites/default/files/malezas_del_semiarido_central_argentino_digital.pdf
- Asare, R., Asare, A. y Andah, K. (2016). Impact of organic inputs on soil fertility, cocoa productivity and profitability in the Ashanti Region of Ghana. *Agriculture & Food Security*, 5(1), 8.
- Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). (1974). Resumen del panel de métodos de evaluación de control de malezas en Latinoamérica. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas*, 1(1), 6-38.
- Baraibar, B., Roy, J., Fried, G., Fried, G. y Dessaint, F. (2019). Identifying the key agronomic factors driving weed community dynamics in conservation agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 284, 106594.
- Barberi, P. (2002). Weed management in organic agriculture: Are we addressing the right issues? *Weed Research*, 42(3), 177-193.

- Barillas, T. y Echegoyen, C. (2014). *Identificación de malezas con potencial de resistencia o tolerancia a herbicidas en el cultivo de maíz (Zea mays L.); en el municipio de Santiago Nonualco, departamento de La Paz*. [Tesis de pregrado, Universidad de el Salvador]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7544/1/13101576.pdf>
- Barrera, C. (2015). *Efecto alelopático de malezas leñosas invasoras sobre la germinación de hierbas pratenses*. [Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile]. CyberTesis UACH. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/fcb272e/doc/fcb272e.pdf>
- Barrientos, P. (2015). La cadena de valor del cacao en Perú y su oportunidad en el mercado mundial. *Semestre Económico*, 18(37), 129-156. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/seec/v18n37/v18n37a6.pdf>
- Beckie, H. y Tardif, F. (2012). Herbicide cross resistance in weeds. *Crop Protection*, 35, 15-28.
- Benito, J. (2009). *Manejo integrado del cultivo de cacao*. Instituto Nacional De Innovación Agraria: http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/177/1/Cultivo_cacao_2009.pdf.
- Bernards, M., Crespo, R., Kruger, G., Gaussoin, R. y Tranel, P. (2010). A waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) population resistant to 2, 4-D. *Weed Science*, 58(3), 290-294.
- Blanco, H. (2016). Rotation and cover crop effects on soil water storage and corn yield. *Agronomy Journal*, 108(6), 2315-2324.
- Brainard, D., Bellinder, R., Di Tommaso, A. y Mohler, C. (2017). Incorporating weed traits into a predictive model of weed population dynamics. *Weed Science*, 65(3), 271-282.
- Busi, R., Vila-Aiub, M., Beckie, H., Gaines, T., Goggin, D., Kaundun, S. y Tranel, P. (2013). Herbicide-resistant weeds: from research and knowledge to future needs. *Evolutionary Applications*, 6(8), 1218-1221.
- Calzada, B. (1986). *Métodos estadísticos*. Obtenido de Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Ccorahua, E. (2019). *Eficiencia de tres herbicidas sistémicos con diferentes dosis en el control de puka kora (Rumex acetosella) comunidad Tintay - distrito Kishuara - provincia Andahuaylas - Apurimac*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio institucional. https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4548/253T20190535_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Cerna, L. (2007). *Agrotecnia sostenible*. Recuperado el 10 de abril de 2023, de <https://static.upao.info/descargas//agrotecnia.pdf>
- Condo, L. y Pazmiño, J. (2015). Diseño experimental en el desarrollo del conocimiento científico de las ciencias agropecuarias. *Escuela Superior Politécnica del Chimborazo - Instituto de Investigaciones*. <https://tinyurl.com/5y95we5h>
- Coral, G. (2017). *Efecto de glifosato y graminicidas sobre Paspalum virgatum y Panicum maximum en establecimiento de coberturas*. [Tesis de pregrado, Universidad de Nariño]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://sired.udenar.edu.co/3866/1/ARTICULO%20FINAL%20TESIS.pdf>
- Coz, G. (2019). *Influencia del pH y calcio, sobre el crecimiento micelial de Fusarium spp., aislados en cultivos agrícolas de importancia en la región San Martín*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3434/1/AGRONOMIA%20-%20Gilberth%20Hugo%20Coz%20Torres.pdf>
- Dubon, A. (2015). *Control de malezas en el cultivo de cacao*. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola [FHIA]. Recuperado el 02 de abril de 2023, http://fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No2_Sept_2015.pdf
- Espinosa, M. y Cisneros, E. (2022). Herbicidas orgánicos alternativa al glifosato para el control de maleza en presiembra en el norte de Tamaulipas. *Avances En Investigación Agropecuaria*, 26, 13-14. Obtenido de <https://revistasacademicas.uco.mx/index.php/agropecuaria/article/view/523>
- Espinoza, G., Hernández, C. y Morales, J. (2023). *Manual de malezas y catálogo de herbicidas para el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala*. <https://cengicana.org/files/20150902101640359.pdf>
- Espinoza, N. (2002). *Avances en control de malezas en trigo*. Centro Regional de Investigación Carillanca. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7751/NR28189.pdf?sequence=6&isAllowed=y>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1996). *Manejo de malezas para países en desarrollo*. Recuperado el 10 de abril de 2023, de https://ia600204.us.archive.org/10/items/bub_gb_i7inikglZZEC/bub_gb_i7inikglZZEC.pdf
- FARMAGRO. (2020). *Clethodim, Herbicida agrícola*. Recuperado el 18 de abril de 2023, de <https://www.farmex.com.pe/uploads/productos/ft/ft-herbicidas/centurion-ft.pdf>

- Ferguson, J., Wilcut, J., York, A., & Norsworthy, J. (2008). Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) control in soybean with glyphosate and clethodim. *Weed Technology*, 22(1), 40-45.
- Fernández, O. (1982). Manejo integrado de malezas. *PlaNegaAnta Daninha*, 2, 69-79. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/pd/a/Cxn84R98Nt8sx767cXSCZgF/?lang=es&format=pdf>
- Flores, J. (2016). *Modelo para el desarrollo de asociatividad de proveedores para la exportación de pasta de cacao en la provincia de Tocache*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3266/flores-velasquez-javier-eduardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gaines, T., Zhang, W., Wang, D., Bukun, B., Chisholm, S., Shaner, D., ... & Westra, P. (2016). Gene amplification confers glyphosate resistance in *Amaranthus palmeri*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(46), 12206-12211.
- Gaspar, E. (2017). *Efecto potencial de la atrazina en mezcla con glifosato en malezas de cacao (Theobroma cacao L.) en Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/2060>
- Gianelli, V., Zelaya, M., Bedmar, F. y Costa, J. (2013). Determinación de residuos de imazapir en suelos de argentina mediante cromatografía líquida de alta resolución y espectrometría de masas. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(2), 177-187. <https://www.redalyc.org/pdf/370/37027026004.pdf>.
- Gigón, R., Appella, C. y Istilar, C. (2013). *Evaluación de herbicidas en preemergencia del cultivo de arveja*. Recuperado el 18 de abril de 2023, de INTA: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_barrow_-_evaluacin_de_herbicidas_en_preemergenci.pdf
- Gockowski, J., Sonwa, D. & Okolle, J. (2004). Cocoa intensification scenarios and their predicted impact on CO2 emissions, biodiversity conservation, and rural livelihoods in the Guinea rain forest of West Africa. *Environmental Development and Sustainability*, 6(3), 291-303.
- Gómez, R., García, R., Tong, F. y Gonzalez, C. (2014). *Paquete tecnológico del cultivo de cacao fino de aroma*. Recuperado el 10 de abril de 2023, de UNODC: https://vinculate.concytec.gob.pe/wp-content/files/Paquete_Tecnologico_Cultivo_Cacao.pdf
- González, A., Riquelme, J., France, A., Uribe, H. y Robledo, P. (2017). *Manual de manejo agronómico del arándano*. Recuperado el 10 de abril de 2023, de INDAP:

- https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/31529/INIA_Libro_0054.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- González, B., Duménigo, A., Gibert, J., Pérez, M., y Batista, Y. (2020). *Obtención de formulaciones del herbicida Imazetapir en forma de concentrado soluble al 10 %*. Recuperado el 18 de abril de 2023, de Centro de Ingeniería e Investigaciones Químicas: <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v47n4/2223-4861-caz-47-04-69.pdf>
- González, R. (2006). *Metodos para el control de malas hierbas. (I) Culturales*. Recuperado el 10 de abril de 2023, de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_2006_2119-2120.pdf
- Grupo Andina. (2022). *Ficha técnica*. http://www.grupoandina.com.pe/media/uploads/ficha_tecnica/ft-revisor.pdf.
- Gutiérrez, H. y De La Vara, R. (2012). Análisis y diseño de experimentos. *McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.* <http://sbiblio.uandina.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=18135>
- Guzmán, M. y Martínez, M. (2019). Las malezas, plantas incomprendidas. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 6(1), 9.
- Heap, I. (2021). The International Herbicide-Resistant Weed Database. Weed Science Society of America.
- Herrera, J. (2017). *Regulación de malezas en el cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) variedad negra Collana. Canaán, 2 735 msnm - Ayacucho* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2677>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2005). *Cadena agroproductiva del cacao*. Recuperado el 10 de abril de 2023, de Ministerio de Agricultura: http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/03/diagnostico_cacao.pdf
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA]. (2009). *Observatorio peruano de cadenas agroproductivas y territorios rurales*. Recuperado el 01 de abril de 2023, de Ministerio de Agricultura: <http://repiica.ica.int/docs/B0614e/B0614e.pdf>
- INFOCACAO. (2015). *Control de malezas en el cultivo de cacao*. Recuperado el 17 de abril de 2023, de (PROCACAO-Honduras, FUNDER, FHIA, APROCACAO y COSUDE): http://fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No2_Sept_2015.pdf

- Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura [INTAGRI]. (2017). *Los riesgos de una mala aplicación de herbicidas*. <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/los-riesgos-de-una-mala-aplicacion-de-herbicidas>
- Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura [INTAGRI]. (2017). *Manejo de malezas en la agricultura orgánica*. <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/manejo-de-malezas-en-la-agricultura-organica>
- Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura [INTAGRI]. (2018). *Manejo eficiente de malezas en soya*. Recuperado el 18 de abril de 2023, de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-eficiente-de-malezas-en-soya>
- Jiménez, S. (2022). *Efecto de cuatro herbicidas en el control de maleza en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) Bucay, Guayas*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Centro de Información Agraria. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JIMENEZ%20DURAN%20SARA%20IVONNE.pdf>
- khan, I. y Ishfaq, M. (2015). Técnicas ecológicas de control de malezas (extracto alelopático) en el cultivo de trigo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(14), 1307-1316. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n6/v6n6a13.pdf>.
- Lara, A. (2000). *Diseño estadístico de experimentos, análisis de la varianza y temas relacionados: tratamiento informático mediante SPSS* Proyecto Sur de Ediciones.
- León, L. (2012). *Implementación del manejo integrado de malezas para los cultivos tolerantes a herbicidas*. Recuperado el 10 de abril de 2023, de CropLife, International: <https://hrac-argentina.org/wp-content/uploads/biblioteca/Crop-Life-MIM-en-cvos-TH.pdf>
- Liebman, M. & Gallandt, E. (2017). Many little hammers: ecological management of crop-weed interactions. In *The Ecology of Agricultural Landscapes* (pp. 209-230). CRC Press.
- López, C., Infante, J. y Trejos, M. (1986). La membrana plasmática (La relación Estructura - Función). *Revista de la Universidad de La Salle*, 1(12), 25-50. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1906&context=ruls#:~:text=La%20membrana%20plasm%C3%A1tica%20funciona%20como,y%20fuera%20de%20la%20c%C3%A9lula.>
- López, Y., Cunias, M. y Carrasco, Y. (2020). El cacao peruano y su impacto en la economía nacional. *Universidad y Sociedad*, 12(3), 344-352. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n3/2218-3620-rus-12-03-344.pdf>

- Lugo, M. (2005). *Conjunto tecnológico para la producción de pimienta*. Recuperado el 18 de abril de 2023, de Universidad de Puerto Rico: <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/PIMIENTO-Malezas-v2005.pdf>
- Manterola, C., Pineda, V. y Mincir, G. (2008). El valor de “p” y la “significación estadística”. Aspectos generales y su valor en la práctica clínica. *Chilena de Cirugía*, 60(1), 86-89.
- Martínez, G., Medina, J., Tasistro, A. y Fischer, Y. (1982). Sistemas de control de malezas en maiz (*Zea mays* L.): efecto de metodos de control, densidad y distribucion del cultivo. *PLANTA DANINHA*, 2, 46-56. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/pd/a/X5BhwZjCxhMZ3BX84KF6bJF/?format=pdf&lang=es>
- Meloni, D. (2015). *Módulos de estudio para ingreso a medicina: biología*. Recuperado el 10 de abril de 2023, de <https://www.unse.edu.ar/archivos/2%20Mdulo%20Biologa.pdf>
- Méndez, A., Burgos, N. & Lan, Y. (2018). Integrated weed management systems with multiple effective modes of action: A review. *Pest Management Science*, 74(10), 2217-2228
- Mendoza, L. (2015). *Perú es segundo productor de cacao orgánico en el mundo, según Appcacao*. Recuperado el 10 de abril de 2023, de Agencia peruana de noticias, ANDINA: <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-es-segundo-productor-cacao-organi-co-el-mundo-segun-appcacao-667129.aspx#:~:text=El%20Per%C3%BA%20es%20el%20segundo,preparaciones%20se%20exporta%20al%20mundo>.
- Mendoza, L. (2017). *Producción de cacao alcanza récord histórico en Perú con 108,000 toneladas*. Recuperado el 10 de abril de 2023, de Agencia Peruana De Noticias, ANDINA: <https://andina.pe/agencia/noticia-produccion-cacao-alcanza-record-historico-peru-108000-toneladas-667111.aspx#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20nacional%20del%20cacao,m%C3%A1s%20din%C3%A1micos%20del%20agro%20nacional>.
- Millán, J. (2022). Uso del cletodim para el control de malezas en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*). [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio institucional. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11359/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000199.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Ministerio de Agricultura [MINAG]. (2003). *Programa para el desarrollo de la Amazonía*. Recuperado el 10 de abril de 2023, de PROAMAZONIA: http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/03/cacao_completo.pdf
- Mis, A. (2010). *Efectividad de cletodim y glufosinato de amonio con cuatro reguladores de pH del agua* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil].

- Repositorio Institucional. <https://bdigital.zamorano.edu/items/8f2e9133-aa46-4750-86e2-ea2a75dff69>
- Mohler, C., Johnson, S. & Frisch, J. (2007). Effects of stand age and disturbance on weed communities in New York apple orchards. *Weed Science*, 55(2), 95-102.
- Montoya, E. (2016). *Producción y rentabilidad de cacao criollo (Theobroma cacao L.) orgánico y convencional en el Valle de Cheni, Distrito Río Negro – Satipo. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1662/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morales, O., Borda, A., Argandoña, A., Farach, R., Garcia, L. y Lazo, K. (2015). *La Alianza Cacao Perú y la cadena productiva del cacao fino de aroma*. Recuperado el 05 de abril de 2023, de Gerencia para el desarrollo: https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/111/Gerencia_para_el_desarrollo_49.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Nalewaja, J., Penner, D. & Dyer, W. (2000). Rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) control in wheat (*Triticum aestivum*) with clethodim. *Weed Technology*, 14(1), 11-15.
- Norsworthy, J., Ward, S., Shaw, D., Llewellyn, R., Nichols, R., Webster, T., ... & Barrett, M. (2012). Reducing the risks of herbicide resistance: Best management practices and recommendations. *Weed Science*, 60(sp1), 31-62.
- Novalés, A. (2010). *Análisis de regresión*. Departamento de Economía Cuantitativa. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/518-2013-11-13-Analisis%20de%20Regresion.pdf>
- Osso, E. (2021). *Efecto de herbicidas gramínicos inhibidores de ACCasa en mezcla con herbicidas hormonales en el control de sorgo de Alepo (Sorghum halepense)* [Tesis de pregrado, Universidad de Buenos Aires]. Repositorio Institucional. <http://epg.agro.uba.ar/2021/09/20/24-09-defensa-de-trabajo-final-de-enrique-leandro-osso/>
- Otiniano, A. (2023). Estado del conocimiento sobre las malezas en el cultivo de café en selva central del Perú. *RIVAR, Artículo de investigación*, 10(28), 181-194. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/rivar/v10n28/0719-4994-rivar-10-28-181.pdf>.
- Paredes, M. (2003). *Manual del cultivo de cacao*. Recuperado el 03 de abril de 2023, de Ministerio de Agricultura: <https://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/bitstream/20.500.13036/372/1/cacao%20-%20copia.pdf>

- Pedrerros, A., Céspedes, C. y Pino, C. (2011). *Reconocimiento y manejo de malezas importantes en la producción orgánica de las Regiones del Maule y Biobío*. Programa Territorial Orgánico.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/30592/NR38171.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Pérez, C. (2021). *Efecto potencial del glifosato en mezcla con sulfato de amonio en el control de malezas del cultivo de Theobroma cacao L. en Tocache* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional.
<https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/1863>
- Peterson, E., Thompson, R., Regehr, L. y Al-Khatib, K. (2001). *Herbicide mode of action. Kansas State University*.
- Pitty, A. (2018). Modo de acción y resistencia de los herbicidas que interfieren en el fotosistema II de la fotosíntesis. *Ceiba*, 55(1), 45-59. doi:10.5377/ceiba.v55i1.5453
- Powles, S., & Yu, Q. (2010). Evolution in action: plants resistant to herbicides. *Annual Review of Plant Biology*, 61, 317-347.
- Quintero, M. y Díaz, K. (2004). El mercado mundial del cacao. *Agroalim*, 9(18), 10. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542004000100004
- Rainero, H. (2007). Avances en el control de malezas con tolerancia al Glifosato. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: boletín proyecto agricultura sustentable N° 1*, 2.
- Ramírez, F. (2021). *El herbicida glifosato y sus alternativas*. Recuperado el 18 de abril de 2023, de Serie Informes Técnicos: https://ipen.org/sites/default/files/documents/serie_tecnica_44_glifosato_1_1.pdf
- Registro Nacional ICA. (2022). *Herrbicidas, ROTAM*.
https://f.hubspotusercontent40.net/hubfs/355698/_GLOBAL/Latin%20America/COLOMBIA/COLOMBIA%20RESOURCES/FT%20ICASSO%20240%20EC%2013Ene15.pdf.
- Requejo, L. (2014). *Comparación de tres métodos de control de malezas (Manual, Mecánico y Químico) en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en Tulumayo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional. Obtenido de https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1223/RGL_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Restrepo, J., Sánchez, R., Gallego, J., Beltrán, T., Soto, C., Nieto, F. y Pinzón, J. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del cacao (Theobroma cacao L.), Medidas para la temporada invernal*. Recuperado el 17 de abril de 2023, de Línea Agrícola: [https://www.ica.gov.co/getattachment/c01fa43b-cf48-497a-aa7f-51e6da3f7e96/-](https://www.ica.gov.co/getattachment/c01fa43b-cf48-497a-aa7f-51e6da3f7e96/)
- Rodríguez, D. (2011). Efecto de tres herbicidas y diferentes dosis en el control de malezas en el cultivo de plátano (*Musa sp.*) en Tingo María. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/128/AGR-573.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Rodríguez, J. (2012). Efecto de la solarización del suelo sobre la emergencia de malezas. *Agrociencia Uruguay*, 16(1), 79-85. Obtenido de <http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v16n1/v16n1a10.pdf>
- Rodríguez, N., McLaughlin, M. y Pennock, D. (2019). *La contaminación del suelo: Una realidad oculta*. Recuperado el 17 de abril de 2023, de FAO: <https://www.fao.org/3/i9183es/i9183es.pdf>
- Rodríguez, A., Chaves, N., Hernández, A. y Herrera, F. (2015). Determinación de la resistencia al cletodim en poa annua en Costa Rica. *Revista de Agronomía Mesoamericana*, 26(2), 257-266. https://www.redalyc.org/journal/437/43_73_8993007/html/.
- Rosales, E. (2006). *Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción*. Recuperado el 18 de abril de 2023, de INIFAP: <https://www.compucampo.com/tecnicos/clasificacionherbs.pdf>
- Sánchez, C. (2018). *Alternativas para el control de malezas en el cultivo de cacao (Theobroma cacao) en el cantón Montalvo*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6061/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-0000023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, R. (2006). *Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción*. INIFAP. <https://www.compucampo.com/tecnicos/clasificacionherbs.pdf>.
- Santillán, F. y Muñoz, R. (1984). *Malezas tropicales del litoral ecuatoriano*. Recuperado el 17 de abril de 2023, de INIAP: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1599/1/Comunicaci%C3%B3n%20T%C3%A9cnica%20N%C2%BA%209.pdf>
- Sanz, A. (2020). *Malas hierbas invasoras en el medio agrícola*. Información Técnica Económica Agraria Revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo

- Agrario. <https://aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2020/116-3/ITEA%20116-3.pdf>.
- Sopan, E. (2020). efecto de la mezcla del paraquat con urea agrícola en el control de malezas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L) en Tingo María. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1779/TS_ESE_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Steele, G., Woods, J. & Mueller, T. (2011). Control of pitted morningglory (*Ipomoea lacunosa*) with clethodim and glyphosate. *Weed Technology*, 25(4), 613-618.
- Suárez, L., Anzalone, A. y Moreno, O. (2004). Evaluación del herbicida halosulfuron-metil para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). *Bioagro*, 16(3), 0-10. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612004000300003
- Swanton, C., Shrestha, A., Roy, R., Ball-Coelho, B. & Tollenaar, M. (2008). An examination of the relationship between spatial and temporal variability of weed patches in corn fields. *Weed Science*, 56(1), 43-47.
- Taberner, A., Cirujeda, A. y Zaragoza, C. (2007). *Manejo de poblaciones de malezas resistentes a herbicidas*. Unidad de Malherbología. https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Biodiversity-pollination/Weeds/Docs/Manejo_Oct__2007.pdf.
- Teasdale, J. (2003). Cover crops and weed management: a review. *Weed Technology*, 17(1), 113-120.
- Tejada, J. (2016). *Control de malezas e interacción con dosis de nitrógeno en el cultivo de maíz amarillo duro (Zea mays L.)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2845/H60-T4-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tiscornia, J. (1989). *Hortalizas de hoja*. 1^{ra} ed. Acribia. Zaragoza- España.
- Tomas, M. (2018). *Relevamiento de malezas en cultivos de maíz en la zona de Coronel Moldes, Departamento Río Cuarto, Provincia de Córdoba, Argentina*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Río Cuarto]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repodigital.unrc.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/78085/78085.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Troiani, H., Prina, A., Muiño, W., Tamame, M. y Beinticinco, L. (2017). *Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía*. Recuperado el 10 de abril de 2023, de <https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/110/lb-trobot017.pdf?sequence=3>

- Troya, L. y Sauer, F. (2016). *Residualidad de haloxifop-metil y cletodim aplicados en barbecho en avena (Avena sativa) y cebada (Hordeum vulgare)* [Tesis de pregrado, Universidad de la República]. Repositorio Institucional. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/19721>
- Urgilés, J. (2018). *Evaluación del efecto de herbicidas químicos y orgánicos para control de malezas en el cultivo de cacao CCN-51 (Theobroma cacao L.) en la zona de Naranjal, provincia del Guayas* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/11463>
- Usquiano, A. (2006). *Efecto potencial de la atrazina en mezcla con herbicidas en el control de malezas en cítricos en Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/56>
- Velázquez, B. (2015). *Identificación de maleza en estado de plántula*. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6974/BRENDA%20AURORA%20VELAZQUEZ%20VAZQUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vencill, K. (2002). Herbicide Handbook. Eighth Edition. *Weed Science Society of America*.
- Vencill, W., Grey, T., Culpepper, A., York, A., Kichler, J., Webster, T. & Whitaker, J. (2012). Weed control in glyphosate-resistant cotton with glyphosate and dicamba applied preplant and postdirected. *Weed Technology*, 26(3), 518-523.
- Villalba, A. (2009). Resistencia a herbicidas. Glifosato. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 20(39), 169-186. <https://www.redalyc.org/pdf/145/14512426010.pdf>.
- Young, S. & Hartnett, D. (2015). Mechanisms influencing the timing and effectiveness of weed control in no-till wheat and soybean rotation. *Weed Science*, 63(2), 426-438.
- Zevallos, P. y Flores, Y. (2003). Caracterización morfológica de plántulas de “uña de gato” *Uncaria tomentosa* (Willd. ex Roemer & Schultes) D.C. y *U. guianensis* (Aublet) Gmelin del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt. *Ecología Aplicada*, 2(1), 6. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v2n1/a06v2n1.pdf>.
- Zita, G. (2012). Resistencia de malas hierbas a herbicidas inhibidores de la enzima ACCasa. [Tesis doctoral, Universidad de Córdoba]. Repositorio institucional. <https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/8894/2013000000685.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ANEXOS

Tabla 20. Datos originales del porcentaje de control en el cultivo de cacao después de aplicar los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).

Tratamiento	Control	Bloque	Días
Testigo absoluto	0	1	15
Control manual	90	1	15
Clethodim 0.50 L/ha	15	1	15
Clethodim 0.75 L/ha	20	1	15
Clethodim 1.00 L/ha	25	1	15
Testigo absoluto	0	2	15
Control manual	98	2	15
Clethodim 0.50 L/ha	15	2	15
Clethodim 0.75 L/ha	15	2	15
Clethodim 1.00 L/ha	20	2	15
Testigo absoluto	0	3	15
Control manual	95	3	15
Clethodim 0.50 L/ha	20	3	15
Clethodim 0.75 L/ha	20	3	15
Clethodim 1.00 L/ha	30	3	15
Testigo absoluto	0	4	15
Control manual	95	4	15
Clethodim 0.50 L/ha	15	4	15
Clethodim 0.75 L/ha	20	4	15
Clethodim 1.00 L/ha	25	4	15
Testigo absoluto	0	1	30
Control manual	50	1	30
Clethodim 0.50 L/ha	45	1	30
Clethodim 0.75 L/ha	50	1	30
Clethodim 1.00 L/ha	65	1	30
Testigo absoluto	0	2	30
Control manual	60	2	30
Clethodim 0.50 L/ha	50	2	30
Clethodim 0.75 L/ha	55	2	30
Clethodim 1.00 L/ha	60	2	30
Testigo absoluto	0	3	30
Control manual	55	3	30
Clethodim 0.50 L/ha	55	3	30
Clethodim 0.75 L/ha	60	3	30
Clethodim 1.00 L/ha	70	3	30
Testigo absoluto	0	4	30
Control manual	55	4	30
Clethodim 0.50 L/ha	40	4	30
Clethodim 0.75 L/ha	45	4	30
Clethodim 1.00 L/ha	60	4	30
Testigo absoluto	0	1	45
Control manual	15	1	45
Clethodim 0.50 L/ha	65	1	45
Clethodim 0.75 L/ha	75	1	45
Clethodim 1.00 L/ha	85	1	45
Testigo absoluto	0	2	45
Control manual	20	2	45
Clethodim 0.50 L/ha	60	2	45
Clethodim 0.75 L/ha	75	2	45
Clethodim 1.00 L/ha	80	2	45

Testigo absoluto	0	3	45
Control manual	20	3	45
Clethodim 0.50 L/ha	65	3	45
Clethodim 0.75 L/ha	75	3	45
Clethodim 1.00 L/ha	80	3	45
Testigo absoluto	0	4	45
Control manual	20	4	45
Clethodim 0.50 L/ha	60	4	45
Clethodim 0.75 L/ha	70	4	45
Clethodim 1.00 L/ha	80	4	45
Testigo absoluto	0	1	60
Control manual	10	1	60
Clethodim 0.50 L/ha	95	1	60
Clethodim 0.75 L/ha	98	1	60
Clethodim 1.00 L/ha	100	1	60
Testigo absoluto	0	2	60
Control manual	10	2	60
Clethodim 0.50 L/ha	95	2	60
Clethodim 0.75 L/ha	100	2	60
Clethodim 1.00 L/ha	100	2	60
Testigo absoluto	0	3	60
Control manual	10	3	60
Clethodim 0.50 L/ha	95	3	60
Clethodim 0.75 L/ha	100	3	60
Clethodim 1.00 L/ha	100	3	60
Testigo absoluto	0	4	60
Control manual	15	4	60
Clethodim 0.50 L/ha	95	4	60
Clethodim 0.75 L/ha	100	4	60
Clethodim 1.00 L/ha	100	4	60
Testigo absoluto	0	1	75
Control manual	0	1	75
Clethodim 0.50 L/ha	85	1	75
Clethodim 0.75 L/ha	95	1	75
Clethodim 1.00 L/ha	100	1	75
Testigo absoluto	0	2	75
Control manual	0	2	75
Clethodim 0.50 L/ha	85	2	75
Clethodim 0.75 L/ha	98	2	75
Clethodim 1.00 L/ha	98	2	75
Testigo absoluto	0	3	75
Control manual	0	3	75
Clethodim 0.50 L/ha	85	3	75
Clethodim 0.75 L/ha	95	3	75
Clethodim 1.00 L/ha	95	3	75
Testigo absoluto	0	4	75
Control manual	0	4	75
Clethodim 0.50 L/ha	80	4	75
Clethodim 0.75 L/ha	98	4	75
Clethodim 1.00 L/ha	100	4	75
Testigo absoluto	0	1	90
Control manual	0	1	90
Clethodim 0.50 L/ha	70	1	90
Clethodim 0.75 L/ha	75	1	90
Clethodim 1.00 L/ha	80	1	90
Testigo absoluto	0	2	90

Control manual	0	2	90
Clethodim 0.50 L/ha	70	2	90
Clethodim 0.75 L/ha	80	2	90
Clethodim 1.00 L/ha	85	2	90
Testigo absoluto	0	3	90
Control manual	0	3	90
Clethodim 0.50 L/ha	70	3	90
Clethodim 0.75 L/ha	85	3	90
Clethodim 1.00 L/ha	95	3	90
Testigo absoluto	0	4	90
Control manual	0	4	90
Clethodim 0.50 L/ha	70	4	90
Clethodim 0.75 L/ha	75	4	90
Clethodim 1.00 L/ha	85	4	90
Testigo absoluto	0	1	105
Control manual	0	1	105
Clethodim 0.50 L/ha	30	1	105
Clethodim 0.75 L/ha	40	1	105
Clethodim 1.00 L/ha	60	1	105
Testigo absoluto	0	2	105
Control manual	0	2	105
Clethodim 0.50 L/ha	35	2	105
Clethodim 0.75 L/ha	40	2	105
Clethodim 1.00 L/ha	65	2	105
Testigo absoluto	0	3	105
Control manual	0	3	105
Clethodim 0.50 L/ha	35	3	105
Clethodim 0.75 L/ha	40	3	105
Clethodim 1.00 L/ha	65	3	105
Testigo absoluto	0	4	105
Control manual	0	4	105
Clethodim 0.50 L/ha	30	4	105
Clethodim 0.75 L/ha	35	4	105
Clethodim 1.00 L/ha	55	4	105
Testigo absoluto	0	1	120
Control manual	0	1	120
Clethodim 0.50 L/ha	10	1	120
Clethodim 0.75 L/ha	20	1	120
Clethodim 1.00 L/ha	25	1	120
Testigo absoluto	0	2	120
Control manual	0	2	120
Clethodim 0.50 L/ha	10	2	120
Clethodim 0.75 L/ha	20	2	120
Clethodim 1.00 L/ha	20	2	120
Testigo absoluto	0	3	120
Control manual	0	3	120
Clethodim 0.50 L/ha	10	3	120
Clethodim 0.75 L/ha	20	3	120
Clethodim 1.00 L/ha	20	3	120
Testigo absoluto	0	4	120
Control manual	0	4	120
Clethodim 0.50 L/ha	15	4	120
Clethodim 0.75 L/ha	25	4	120
Clethodim 1.00 L/ha	25	4	120

Tabla 21. Datos originales de eficacia de los herbicidas en el cultivo de cacao, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).

Tratamiento	Eficacia	Bloque	Días
Testigo absoluto	0.00	1	30
Control manual	42.86	1	30
Clethodim 0.50 L/ha	28.89	1	30
Clethodim 0.75 L/ha	44.00	1	30
Clethodim 1.00 L/ha	50.00	1	30
Testigo absoluto	0.00	2	30
Control manual	55.56	2	30
Clethodim 0.50 L/ha	36.00	2	30
Clethodim 0.75 L/ha	52.00	2	30
Clethodim 1.00 L/ha	55.56	2	30
Testigo absoluto	0.00	3	30
Control manual	50.00	3	30
Clethodim 0.50 L/ha	28.89	3	30
Clethodim 0.75 L/ha	37.78	3	30
Clethodim 1.00 L/ha	50.00	3	30
Testigo absoluto	0.00	4	30
Control manual	45.00	4	30
Clethodim 0.50 L/ha	14.44	4	30
Clethodim 0.75 L/ha	45.00	4	30
Clethodim 1.00 L/ha	45.00	4	30
Testigo absoluto	0.00	1	60
Control manual	13.75	1	60
Clethodim 0.50 L/ha	74.84	1	60
Clethodim 0.75 L/ha	84.91	1	60
Clethodim 1.00 L/ha	96.23	1	60
Testigo absoluto	0.00	2	60
Control manual	20.00	2	60
Clethodim 0.50 L/ha	84.00	2	60
Clethodim 0.75 L/ha	87.20	2	60
Clethodim 1.00 L/ha	100.00	2	60
Testigo absoluto	0.00	3	60
Control manual	24.53	3	60
Clethodim 0.50 L/ha	74.84	3	60
Clethodim 0.75 L/ha	83.23	3	60
Clethodim 1.00 L/ha	96.23	3	60
Testigo absoluto	0.00	4	60
Control manual	16.98	4	60
Clethodim 0.50 L/ha	65.41	4	60
Clethodim 0.75 L/ha	79.25	4	60
Clethodim 1.00 L/ha	100.00	4	60

Tabla 22. Datos originales de rebrote de malezas en el cultivo de cacao, después de aplicar los tratamientos en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).

Tratamiento	Rebrote	Bloque	Días
Testigo absoluto	100	1	60
Control manual	90	1	60
Clethodim 0.50 L/ha	5	1	60
Clethodim 0.75 L/ha	2	1	60
Clethodim 1.00 L/ha	0	1	60
Testigo absoluto	100	2	60
Control manual	90	2	60
Clethodim 0.50 L/ha	5	2	60
Clethodim 0.75 L/ha	0	2	60
Clethodim 1.00 L/ha	0	2	60
Testigo absoluto	100	3	60
Control manual	90	3	60
Clethodim 0.50 L/ha	5	3	60
Clethodim 0.75 L/ha	0	3	60
Clethodim 1.00 L/ha	0	3	60
Testigo absoluto	100	4	60
Control manual	85	4	60
Clethodim 0.50 L/ha	5	4	60
Clethodim 0.75 L/ha	0	4	60
Clethodim 1.00 L/ha	0	4	60
Testigo absoluto	100	1	90
Control manual	100	1	90
Clethodim 0.50 L/ha	30	1	90
Clethodim 0.75 L/ha	25	1	90
Clethodim 1.00 L/ha	20	1	90
Testigo absoluto	100	2	90
Control manual	100	2	90
Clethodim 0.50 L/ha	30	2	90
Clethodim 0.75 L/ha	20	2	90
Clethodim 1.00 L/ha	15	2	90
Testigo absoluto	100	3	90
Control manual	100	3	90
Clethodim 0.50 L/ha	30	3	90
Clethodim 0.75 L/ha	15	3	90
Clethodim 1.00 L/ha	5	3	90
Testigo absoluto	100	4	90
Control manual	100	4	90
Clethodim 0.50 L/ha	30	4	90

Clethodim 0.75 L/ha	25	4	90
Clethodim 1.00 L/ha	15	4	90
Testigo absoluto	100	1	120
Control manual	100	1	120
Clethodim 0.50 L/ha	90	1	120
Clethodim 0.75 L/ha	80	1	120
Clethodim 1.00 L/ha	75	1	120
Testigo absoluto	100	2	120
Control manual	100	2	120
Clethodim 0.50 L/ha	90	2	120
Clethodim 0.75 L/ha	80	2	120
Clethodim 1.00 L/ha	80	2	120
Testigo absoluto	100	3	120
Control manual	100	3	120
Clethodim 0.50 L/ha	90	3	120
Clethodim 0.75 L/ha	80	3	120
Clethodim 1.00 L/ha	80	3	120
Testigo absoluto	100	4	120
Control manual	100	4	120
Clethodim 0.50 L/ha	85	4	120
Clethodim 0.75 L/ha	75	4	120
Clethodim 1.00 L/ha	75	4	120
Testigo absoluto	100	1	150
Control manual	100	1	150
Clethodim 0.50 L/ha	100	1	150
Clethodim 0.75 L/ha	100	1	150
Clethodim 1.00 L/ha	95	1	150
Testigo absoluto	99	2	150
Control manual	99	2	150
Clethodim 0.50 L/ha	100	2	150
Clethodim 0.75 L/ha	99	2	150
Clethodim 1.00 L/ha	90	2	150
Testigo absoluto	100	3	150
Control manual	100	3	150
Clethodim 0.50 L/ha	100	3	150
Clethodim 0.75 L/ha	100	3	150
Clethodim 1.00 L/ha	95	3	150
Testigo absoluto	100	4	150
Control manual	99	4	150
Clethodim 0.50 L/ha	100	4	150
Clethodim 0.75 L/ha	100	4	150
Clethodim 1.00 L/ha	90	4	150

Tabla 23. Datos originales de densidad de malezas en el cultivo de cacao, después de aplicar los tratamientos en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).

Tratamiento	Densidad /m²	Bloque	Días
Testigo absoluto	160	1	0
Control manual	140	1	0
Clethodim 0.50 L/ha	180	1	0
Clethodim 0.75 L/ha	200	1	0
Clethodim 1.00 L/ha	160	1	0
Testigo absoluto	160	2	0
Control manual	180	2	0
Clethodim 0.50 L/ha	200	2	0
Clethodim 0.75 L/ha	200	2	0
Clethodim 1.00 L/ha	180	2	0
Testigo absoluto	160	3	0
Control manual	160	3	0
Clethodim 0.50 L/ha	180	3	0
Clethodim 0.75 L/ha	180	3	0
Clethodim 1.00 L/ha	160	3	0
Testigo absoluto	220	4	0
Control manual	200	4	0
Clethodim 0.50 L/ha	180	4	0
Clethodim 0.75 L/ha	200	4	0
Clethodim 1.00 L/ha	200	4	0
Testigo absoluto	200	1	30
Control manual	100	1	30
Clethodim 0.50 L/ha	160	1	30
Clethodim 0.75 L/ha	140	1	30
Clethodim 1.00 L/ha	100	1	30
Testigo absoluto	200	2	30
Control manual	100	2	30
Clethodim 0.50 L/ha	160	2	30
Clethodim 0.75 L/ha	120	2	30
Clethodim 1.00 L/ha	100	2	30
Testigo absoluto	200	3	30
Control manual	100	3	30
Clethodim 0.50 L/ha	160	3	30
Clethodim 0.75 L/ha	140	3	30
Clethodim 1.00 L/ha	100	3	30
Testigo absoluto	200	4	30
Control manual	100	4	30
Clethodim 0.50 L/ha	140	4	30
Clethodim 0.75 L/ha	100	4	30
Clethodim 1.00 L/ha	100	4	30
Testigo absoluto	212	1	60
Control manual	160	1	60
Clethodim 0.50 L/ha	60	1	60
Clethodim 0.75 L/ha	40	1	60
Clethodim 1.00 L/ha	8	1	60
Testigo absoluto	200	2	60
Control manual	180	2	60

Clethodim 0.50 L/ha	40	2	60
Clethodim 0.75 L/ha	32	2	60
Clethodim 1.00 L/ha	0	2	60
Testigo absoluto	212	3	60
Control manual	160	3	60
Clethodim 0.50 L/ha	60	3	60
Clethodim 0.75 L/ha	40	3	60
Clethodim 1.00 L/ha	8	3	60
Testigo absoluto	212	4	60
Control manual	160	4	60
Clethodim 0.50 L/ha	60	4	60
Clethodim 0.75 L/ha	40	4	60
Clethodim 1.00 L/ha	0	4	60
Testigo absoluto	220	1	90
Control manual	200	1	90
Clethodim 0.50 L/ha	80	1	90
Clethodim 0.75 L/ha	80	1	90
Clethodim 1.00 L/ha	60	1	90
Testigo absoluto	220	2	90
Control manual	200	2	90
Clethodim 0.50 L/ha	104	2	90
Clethodim 0.75 L/ha	120	2	90
Clethodim 1.00 L/ha	80	2	90
Testigo absoluto	220	3	90
Control manual	200	3	90
Clethodim 0.50 L/ha	80	3	90
Clethodim 0.75 L/ha	60	3	90
Clethodim 1.00 L/ha	60	3	90
Testigo absoluto	220	4	90
Control manual	200	4	90
Clethodim 0.50 L/ha	100	4	90
Clethodim 0.75 L/ha	80	4	90
Clethodim 1.00 L/ha	40	4	90
Testigo absoluto	220	1	120
Control manual	216	1	120
Clethodim 0.50 L/ha	200	1	120
Clethodim 0.75 L/ha	196	1	120
Clethodim 1.00 L/ha	140	1	120
Testigo absoluto	232	2	120
Control manual	220	2	120
Clethodim 0.50 L/ha	188	2	120
Clethodim 0.75 L/ha	192	2	120
Clethodim 1.00 L/ha	140	2	120
Testigo absoluto	220	3	120
Control manual	216	3	120
Clethodim 0.50 L/ha	200	3	120
Clethodim 0.75 L/ha	196	3	120
Clethodim 1.00 L/ha	140	3	120
Testigo absoluto	220	4	120
Control manual	216	4	120
Clethodim 0.50 L/ha	200	4	120
Clethodim 0.75 L/ha	196	4	120
Clethodim 1.00 L/ha	140	4	120

Tabla 24. Datos originales de la identificación de malezas en el cultivo de cacao antes de aplicar los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).

Nombre común	especie	Numero de malezas	Muestra
Remolina	<i>Paspalum virgatum</i> (L.)	94.4	1
	<i>Paspalum conjugatum</i> (L.)	16	1
Paja amarga	<i>Homolepsis aturensis</i> (H.B.K)	12.8	1
-	<i>Paspalum pilosum</i> (L.)	8	1
Rabo de zorro	<i>Androgon bicornis</i>	1.6	1
7 espuelas	<i>Cyperus ferax</i> (L.) Rich	1.6	1
Cortadera	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz	1.6	1
Hierba estrella	<i>Dichromena ciliata</i> Vahl.	1.6	1
Paja cortadera	<i>Cyperus diffusus</i> Vahl.	1.6	1
Siempre viva	<i>Tripograndia cumanensis</i>	9.6	1
Kudzu	<i>Pueraria phaseoloides</i>	4.8	1
Mata pasto	<i>Pseudoelephantopus spicatus</i>	4.8	1
Chancapiedra	<i>Phyllsntus</i> sp.	3.2	1
Remolina	<i>Paspalum virgatum</i> (L.)	118	2
Torourco	<i>Paspalum conjugatum</i> (L.)	20	2
Paja amarga	<i>Homolepsis aturensis</i> (H.B.K)	16	2
-	<i>Paspalum pilosum</i> (L.)	10	2
Rabo de zorro	<i>Androgon bicornis</i>	2	2
Hierba estrella	<i>Dichromena ciliata</i> Vahl.	2	2
Paja cortadera	<i>Cyperus diffusus</i> Vahl.	2	2
Siempre viva	<i>Tripograndia cumanensis</i>	12	2
Kudzu	<i>Pueraria phaseoloides</i>	6	2
Mata pasto	<i>Pseudoelephantopus spicatus</i>	6	2
Remolina	<i>Paspalum virgatum</i> (L.)	70.8	3
Torourco	<i>Paspalum conjugatum</i> (L.)	12	3
Paja amarga	<i>Homolepsis aturensis</i> (H.B.K)	9.6	3
-	<i>Paspalum conjugatum</i> (L.)	6	3
Rabo de zorro	<i>Androgon bicornis</i>	1.2	3
7 espuelas	<i>Cyperus ferax</i> (L.) Rich	1.2	3
Hierba estrella	<i>Dichromena ciliata</i> Vahl.	1.2	3
Paja cortadera	<i>Cyperus diffusus</i> Vahl.	1.2	3
Siempre viva	<i>Tripograndia Cumanensis</i>	7.2	3
Mata pasto	<i>Pseudoelephantopus spicatus</i>	3.6	3
Chancapiedra	<i>Phyllsntus</i> sp.	2.4	3
Remolina	<i>Paspalum virgatum</i> (L.)	118	4
Torourco	<i>Paspalum conjugatum</i> (L.)	20	4
Paja amarga	<i>Homolepsis aturensis</i> (H.B.K)	16	4
-	<i>Paspalum pilosum</i> (L.)	10	4
Rabo de zorro	<i>Androgon bicornis</i>	2	4
7 espuelas	<i>Cyperus ferax</i> (L.) Rich	2	4
Cortadera	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz	2	4

Hierba estrella	<i>Dichromena ciliata</i> Vahl.	2	4
Paja cortadera	<i>Cyperus diffusus</i> Vahl.	2	4
Siempre viva	<i>Tripograndia cumanensis</i>	12	4
Kudzu	<i>Pueraria phaseoloides</i>	6	4
Mata pasto	<i>Pseudoelephantopus spicatus</i>	6	4
Chancapiedra	<i>Phyllanthus</i> sp.	4	4
Remolina	<i>Paspalum virgatum</i> (L.)	106.2	5
-	<i>Paspalum conjugatum</i> (L.)	18	5
Paja amarga	<i>Homolepsis aturensis</i> (H.B.K)	14.4	5
Torourco	<i>Paspalum pilosum</i> (L.)	9	5
Rabo de zorro	<i>Androgon bicornis</i>	1.8	5
Siempre viva	<i>Tripograndia cumanensis</i>	10.8	5
Kudzu	<i>Pueraria phaseoloides</i>	5.4	5
Mata pasto	<i>Pseudoelephantopus spicatus</i>	5.4	5
Chancapiedra	<i>Phyllanthus</i> sp.	3.6	5
Remolina	<i>Paspalum virgatum</i> (L.)	82.6	6
Torourco	<i>Paspalum conjugatum</i> (L.)	14	6
Paja amarga	<i>Homolepsis aturensis</i> (H.B.K)	11.2	6
-	<i>Paspalum pilosum</i> (L.)	7	6
Rabo de zorro	<i>Androgon bicornis</i>	1.4	6
7 espuelas	<i>Cyperus ferax</i> (L.) Rich	1.4	6
Paja cortadera	<i>Cyperus diffusus</i> Vahl.	1.4	6
Siempre viva	<i>Tripograndia cumanensis</i>	8.4	6
Remolina	<i>Paspalum virgatum</i> (L.)	94.4	7
Torourco	<i>Paspalum conjugatum</i> (L.)	16	7
Paja amarga	<i>Homolepsis aturensis</i> (H.B.K)	12.8	7
-	<i>Paspalum pilosum</i> (L.)	8	7
7 espuelas	<i>Cyperus ferax</i> (L.) Rich	1.6	7
Cortadera	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz	1.6	7
Siempre viva	<i>Tripograndia cumanensis</i>	9.6	7
Kudzu	<i>Pueraria phaseoloides</i>	4.8	7
Mata pasto	<i>Pseudoelephantopus spicatus</i>	4.8	7
Remolina	<i>Paspalum virgatum</i> (L.)	129.8	8
Tororuco	<i>Paspalum conjugatum</i> (L.)	22	8
Paja amarga	<i>Homolepsis aturensis</i> (H.B.K)	17.6	8
	<i>Paspalum pilosum</i> (L.)	11	8
Rabo de zorro	<i>Androgon bicornis</i>	2.2	8
7 espuelas	<i>Cyperus ferax</i> (L.) Rich	2.2	8
Cortadera	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz	2.2	8
Hierba estrella	<i>Dichromena ciliata</i> Vahl.	2.2	8
Paja cortadera	<i>Cyperus diffusus</i> Vahl.	2.2	8
Siempre viva	<i>Tripograndia cumanensis</i>	13.2	8
Kudzu	<i>Pueraria phaseoloides</i>	6.6	8
Mata pasto	<i>Pseudoelephantopus spicatus</i>	6.6	8
Chancapiedra	<i>Phyllanthus</i> sp.	4.4	8

Tabla 25. Análisis de varianza detallado para el porcentaje de control de malezas en el cultivo de cacao después de aplicar los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.		F. Cal.	F.Tab	F.Tab
A los 15							
Tratamiento	4.00	21587.30	5396.83	AS	753.92	3.26	5.41
Bloque	3.00	34.60	11.53	NS	1.61	3.49	5.95
Error	12.00	85.90	7.16				
Total	19.00	21707.80					
CV(%) =	8.66						
A los 30							
Tratamiento	4.00	10125.00	2531.25	AS	164.19	3.26	5.41
Bloque	3.00	183.75	61.25	S	3.97	3.49	5.95
Error	12.00	185.00	15.42				
Total	19.00	10493.75					
CV(%) =	8.97						
A los 45							
Tratamiento	4.00	20542.50	5135.63	AS	913.00	3.26	5.41
Bloque	3.00	13.75	4.58	NS	0.81	3.49	5.95
Error	12.00	67.50	5.63				
Total	19.00	20623.75					
CV(%) =	5.02						
A los 60							
Tratamiento	4.00	41420.80	10355.20	AS	7576.98	3.26	5.41
Bloque	3.00	5.35	1.78	NS	1.30	3.49	5.95
Error	12.00	16.40	1.37				
Total	19.00	41442.55					
CV(%) =	1.91						
A los 75							
Tratamiento	4.00	41867.70	10466.93	AS	3116.70	3.26	5.41
Bloque	3.00	4.20	1.40	NS	0.42	3.49	5.95
Error	12.00	40.30	3.36				
Total	19.00	41912.20					
CV(%) =	3.29						
A los 90							
Tratamiento	4.00	29982.50	7495.63	AS	765.51	3.26	5.41
Bloque	3.00	70.00	23.33	NS	2.38	3.49	5.95
Error	12.00	117.50	9.79				
Total	19.00	30170.00					
CV(%) =	6.66						
A los 105							
Tratamiento	4.00	11192.50	2798.13	AS	583.96	3.26	5.41
Bloque	3.00	55.00	18.33	S	3.83	3.49	5.95
Error	12.00	57.50	4.79				
Total	19.00	11305.00					
CV(%) =	8.26						
A los 120							
Tratamiento	4.00	1917.50	479.38	AS	177.00	3.26	5.41
Bloque	3.00	30.00	10.00	S	3.69	3.49	5.95
Error	12.00	32.50	2.71				
Total	19.00	1980.00					
CV(%) =	14.96						

Tabla 26. Análisis de varianza detallado del porcentaje de rebrote de malezas en el cultivo de cacao después de aplicar los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.		F. Cal.	F.Tab	F.Tab
A los 60							
Tratamiento	4	41420.8	10355.2	AS	8360.60	3.11	5.04
Bloque	1	4.41	4.41	NS	3.56	4.60	8.86
Error	14	17.34	1.23857143				
Total	19	41442.55					
CV(%) =	2.9						
A los 90							
Tratamiento	4	29982.5	7495.625	AS	587.89	3.11	5.04
Bloque	1	9	9	NS	0.71	4.60	8.86
Error	14	178.5	12.75				
Total	19	30170					
CV(%) =	6.7						
A los 120							
Tratamiento	4	1917.5	479.375	AS	125.44	3.11	5.04
Bloque	1	9	9	NS	2.36	4.60	8.86
Error	14	53.5	3.82142857				
Total	19	1980					
CV(%) =	2.2						
A los 150							
Tratamiento	4	168.7	42.175	AS	22.28	3.11	5.04
Bloque	1	1	1	NS	0.53	4.60	8.86
Error	14	26.5	1.89285714				
Total	19	196.2					
CV(%) =	1.4						

Tabla 27. Análisis de varianza detallado de la eficacia de control de malezas en el cultivo de cacao después de aplicar los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Noviembre (2020) a Mayo (2021).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.		F. Cal.	F.Tab	F.Tab
A los 30							
Tratamiento	4.00	7140.68	1785.17	AS	57.68	3.11	5.04
Bloque	1.00	66.23	66.23	NS	2.14	4.60	8.86
Error	14.00	433.32	30.95				
Total	19.00	7640.22					
CV(%) =	16.34						
A los 60							
Tratamiento	4.00	29619.46	7404.86	AS	383.37	3.11	5.04
Bloque	1.00	13.42	13.42	NS	0.70	4.60	8.86
Error	14.00	270.41	19.32				
Total	19.00	29903.29					
CV(%) =	7.98						

Tabla 28. Análisis de varianza detallado de la densidad de malezas en el cultivo de cacao después de aplicar los tratamientos, en el distrito de Castillo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, noviembre (2020) a mayo (2021).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.		F. Cal.	F.Tab	F.Tab
A los 0							
Tratamiento	4.00	1600.00	400.00	NS	1.17	3.11	5.04
Bloque	1.00	1600.00	1600.00	S	4.67	4.60	8.86
Error	14.00	4800.00	342.86				
Total	19.00	8000.00					
CV(%) =	10.29						
A los 30							
Tratamiento	4.00	28680.00	7170.00	AS	87.74	3.11	5.04
Bloque	1.00	256.00	256.00	NS	3.13	4.60	8.86
Error	14.00	1144.00	81.71				
Total	19.00	30080.00					
CV(%) =	6.65						
A los 60							
Tratamiento	4.00	124091.20	31022.80	AS	529.76	3.11	5.04
Bloque	1.00	0.16	0.16	NS	0.00	4.60	8.86
Error	14.00	819.84	58.56				
Total	19.00	124911.20					
CV(%) =	8.12						
A los 90							
Tratamiento	4.00	85755.20	21438.80	AS	97.33	3.11	5.04
Bloque	1.00	108.16	108.16	NS	0.49	4.60	8.86
Error	14.00	3083.84	220.27				
Total	19.00	88947.20					
CV(%) =	11.31						
A los 120							
Tratamiento	4.00	17180.80	4295.20	AS	250.55	3.11	5.04
Bloque	1.00	0.00	0.00	NS	0.00	4.60	8.86
Error	14.00	240.00	17.14				
Total	19.00	17420.80					
CV(%) =	2.13						

Tabla 29. Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Dosis	Precio del producto por tratamiento S/.	Mano de obra (jornal)	Precio de mano de obra S/.	Costo de control	Potencial de control	Poder residual (Días)	Costo de control por tratamiento S/.
Testigo absoluto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Control manual	0.00	0.00	7.00	210.00	210.00	80.00	28.00	7.50
Clethodim 0.5 L/ha	0.50	75.00	1.00	30.00	105.00	100.00	113.00	0.93
Clethodim 0.75 L/ha	0.75	112.50	1.00	30.00	142.50	100.00	123.00	1.16
Clethodim 1.00 L/ha	1.00	150.00	1.00	30.00	180.00	100.00	122.00	1.48



Figura 22. Uniformización del campo experimental previo a la aplicación de los herbicidas.



Figura 23. Demarcación del campo experimental



Figura 24. Preparación de las dosis de aplicación de los herbicidas probado.



Figura 25. Aplicación de los tratamientos en la parcela experimental.



Figura 26. Identificación de malezas/m²



Figura 27. Contabilización del número de malezas por el método del metro cuadrado



Figura 28. Visita del miembro de jurado Ing. Manuel Tito Viera Huamán



Figura 29. Visita del asesor M. Sc. Giannfranco Egoávil Jump



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: CABALLERO AQUINO JOSE LUIS												PROCEDENCIA: CASTILLO GRANDE - LEONCIO PRADO - HUANUCO																		
N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%									
	CODIGO DEL LAB.	CULTIVO ACTUAL	Arena	Arcilla	Limo							Textura	1:1	%	%	ppm	ppm					Ca	Mg	K	Na	Al	H	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
			%	%	%																									
1	S0246	CACAO	31	22	47	Franco	7.28	2.69	0.13	8.04	130.94	9.74	7.87	1.33	0.42	0.12	--	--	--	100	0	0								

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO 001 N° 0625214

TINGO MARIA, 22 DE ABRIL 2021



Figura 30. Análisis físico químico inicial del suelo



Universidad Nacional Agraria de la Selva
 Facultad de Recursos Naturales Renovables
 Departamento Académico de Ciencias Ambientales
 Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental
 Cátedra de Ecología y Sistemática Vegetal

C-006-2023-JB-FRNR-UNAS

CERTIFICADO

El que suscribe, profesor de Ecología con línea de investigación en Sistemática Vegetal, de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, certifica que los 09 especímenes botánicos colectados en el fundo El Triunfo-Aserradero, Castillo Grande, Leoncio Prado, correspondientes al proyecto de tesis CONTROL DE MALEZAS MEDIANTE LA APLICACION DE CLETHODIM EN *Theobroma cacao* (CACAO) EN TINGO MARIA, presentado por el Bach. José Luis CABALLERO AQUINO para su determinación pertenecen a las especies que se indican a continuación:

Nº	Nombre Científico	Familia	Nombre Común
1	<i>Andropogon bicornis</i> L.	Poaceae	Rabo de zorro
2	<i>Cyperus diffusus</i> Vahl	Cyperaceae	Paja cortadera
3	<i>Cyperus ferax</i> Rich.	Cyperaceae	Siete espuelas
4	<i>Cyperus luzulas</i> (L.) Retz.	Cyperaceae	Cortadera
5	<i>Dichromena ciliata</i> Vahl	Cyperaceae	Hierba estrella
6	<i>Homolepis aturensis</i> (Kunth) Chase	Poaceae	Paja amarga
7	<i>Paspalum pilosum</i> Lam.	Poaceae	-
8	<i>Paspalum conjugatum</i> P.J.Bergius	Poaceae	Torurco
9	<i>Paspalum virgatum</i> L.	Poaceae	Remolina

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Tingo Maria, 19 de setiembre del 2023



Dr. Edilberto Chuquilín Bustamante
 Profesor Principal
 Jefe del Jardín Botánico-UNAS
 Cátedra de Ecología y Sistemática Vegetal
 Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental
 Facultad de Recursos Naturales Renovables
 Universidad Nacional Agraria de la Selva

Figura 31. Identificación y certificación de los especímenes recolectados