

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



TESIS

**EFFECTO POTENCIAL DEL GLIFOSATO EN MEZCLA CON
SULFATO DE AMONIO EN EL CONTROL DE MALEZAS DEL
CULTIVO DE *Theobroma cacao* L. EN TOCACHE.**

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Elaborado por

CRISTHIAN PEDRO PÉREZ CASTILLO

Tingo María – Perú

2020

V^oB^o



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Carretera Central Km 1.21 Telf. (062) 562341, (062) 561136, Fax. (062) 561156 E.mail: fagro@unas.edu.pe

"Año de la universalización de la salud"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 004- 2020-FA-UNAS

BACHILLER : **Cristhian Pedro PÉREZ CASTILLO**

TÍTULO : **Efecto potencial del glifosato en mezcla con sulfato de amonio en el control de malezas del cultivo de *Theobroma cacao* L. en Tocache**

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Miguel Eduardo Anteparra Paredes
VOCAL : Manuel Tito Viera Huiman
VOCAL : José Luís Gil Bacilio

ASESOR : Gianfranco Egoavil Jump

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 19 de noviembre del 2020

HORA DE SUSTENTACIÓN : 10:00 a.m.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Sala Virtual: <https://portal.unas.edu.pe/tesis-agronomia>

CALIFICATIVO : Muy bueno

RESULTADO : Aprobado

OBSERVACIONES A LA TESIS : Las observaciones y recomendaciones fueron alcanzadas durante la sustentación, el jurado se ha comprometido en alcanzar las observaciones por escrito

Tingo María, 19 de noviembre del 2020

Miguel Eduardo Anteparra Paredes
PRESIDENTE

Manuel Tito Viera Huiman
VOCAL

José Luís Gil Bacilio
VOCAL

Gianfranco Egoavil Jump
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

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

I. DATOS GENERALES DE PREGRADO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva

Facultad : Agronomía
Efecto potencial del glifosato en mezcla con

Título de Tesis sulfato de amonio en el control de malezas
del cultivo de *Theobroma cacao* L. en
Tocache.

Autor : Cristhian Pedro Pérez Castillo.

Asesor de Tesis : Ing. M.Sc. Giannfranco Egoávil Jump

Escuela Profesional : Escuela Profesional de Agronomía

Programa de Investigación : Especies Agrícolas, Ornamentales,
Florísticas, Medicinales, Nutraceuticos y

Línea (s) de Investigación : Diagnóstico y control de enfermedades,
plagas y malezas.

Eje temático de investigación : Control de Malezas

Lugar de Ejecución : Tananta - Tocache.

Duración : Fecha de Inicio : Agosto 2018
Termino :Diciembre 2018
: S/. 1500
FEDU : NO
Propio : SI
Otros : NO

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: Pedro Marcelino Pérez Huayta y Lucila Beatriz Castillo Flores seres a quien debo la vida, por su cariño, apoyo y confianza permanente en mi formación profesional.

A mis hermanas: Nimida y Luceli por ser ejemplos de hermanas mayores del cual estoy orgulloso, 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 Ing. M. Sc. Giannfranco Egoávil Jump, por su apoyo en la ejecución y conducción del presente trabajo de investigación.
- A los jurados de tesis: Ing. M. Sc. Miguel Eduardo Anteparra Paredes, presidente del jurado de tesis; Ing. Manuel Tito, Viera Huiman y Blgo. M. Sc. José Luis Gil Bacillo, miembros de jurado, por sus oportunas sugerencias, orientación en la revisión, y culminación de mi tesis.
- A la empresa Oleaginosas del Perú S.A. por brindarme facilidades para el desarrollo mi tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	14
II. REVISIÓN DE LITERATURA	16
2.1. Generalidades de <i>Theobroma cacao</i> L.	16
2.1.1. Origen y distribución.....	16
2.1.2. Importancia del <i>Theobroma cacao</i> L.	16
2.2. Malezas.....	17
2.2.1. Daños y pérdidas ocasionados por la maleza en los cultivos	17
2.2.2. Clasificación de las malezas.....	18
2.2.3. Control de malezas.....	19
2.3. Malezas en el cultivo de <i>Theobroma cacao</i> L.	19
2.3.1. Generalidades	19
2.3.2. Malezas del cultivo de <i>Theobroma cacao</i> L.....	20
2.4. Herbicidas	23
2.4.1. Concepto general	23
2.4.2. Clasificación de los herbicidas.....	24
2.4.3. Mecanismo de acción de los herbicidas	25
2.4.4. Eficacia del herbicida.....	26
2.5. Herbicida glifosato.....	31
2.5.1. Descripción general del glifosato.....	31
2.5.2. Modo de acción	32
2.5.3. Comportamiento y persistencia de glifosato en suelos...	33

2.5.4.	Propiedades físico - químicos.....	33
2.5.5.	Efectos del glifosato en la planta	34
2.5.6.	Usos y dosis	35
2.5.7.	Modo de aplicación.....	35
2.5.8.	Momentos de aplicación	37
2.6.	Sulfato de amonio	37
2.6.1.	Generalidades del sulfato de amonio	37
2.6.2.	Características físicas y químicas	37
2.6.3.	Efecto sinérgico como activador de herbicidas.....	38
2.7.	Coadyuvantes agrícolas.....	38
2.7.1.	Concepto general	38
2.7.2.	Clasificación de los coadyuvantes o adyuvantes.....	39
2.7.3.	Sulfato de amonio ((NH ₄) ₂ SO ₄) como herbicida	39
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	44
3.1.	Ubicación y descripción del lugar del experimento.....	44
3.2.	Historial del campo experimental	45
3.3.	Características climáticas.....	45
3.4.	Diseño estadístico	46
3.4.1.	Componentes en estudio.....	46
3.4.2.	Tratamientos en estudio	46
3.4.3.	Dosificación	47
3.4.4.	Diseño experimental.....	48
3.4.5.	Características del campo experimental.....	50
3.4.6.	Croquis del experimento.....	50

3.4.7.	Análisis estadístico	52
3.4.8.	Regresión lineal.....	53
3.4.9.	Variables a evaluar.....	54
3.5.	Parámetros a evaluar	54
3.5.1.	Determinación del efecto de control	54
3.5.2.	Determinación del efecto residual	55
3.5.3.	Determinación del análisis económico	56
3.6.	Ejecución del experimento	56
3.6.1.	Uniformización de altura de maleza	56
3.6.2.	Demarcación del campo	57
3.6.3.	Identificación de las malezas.....	58
3.6.4.	Equipo utilizado	59
3.6.5.	Aplicación de los tratamientos.....	59
3.7.	Análisis del campo experimental.....	61
3.7.1.	Análisis de suelo.....	61
3.7.2.	Análisis de agua	62
3.7.3.	Presencia de malezas en el campo experimental	64
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
4.1.	Efecto de control de los tratamientos	66
4.1.1.	Análisis de variancia (ANVA) ($\alpha = 0.05$)	66
4.1.2.	Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$)	68
4.1.3.	Curva y ecuación lineal del control de las malezas	73
4.2.	Poder residual de los tratamientos.....	76
4.2.1.	Análisis de variancia (ANVA) ($\alpha = 0.05$)	76

4. 2.2. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$)	79
4.2.3. Ecuación lineal del porcentaje de brotamiento	82
4.3. Análisis económico.....	84
V. CONCLUSIONES	87
VI. RECOMENDACIONES.....	88
VII. RESUMEN.....	89
VIII. BLIBIOGRAFÍA.....	93
IX. ANEXO	107

INDICE DE CUADROS

	Página
1. Principales malezas de hoja ancha que afectan el cultivo de <i>Theobroma cacao</i> L.....	21
2. Principales malezas de hoja angosta que afectan el cultivo de <i>Theobroma cacao</i> L.....	22
3. Propiedades físico-químicas del glifosato.....	34
4. Usos y dosis del glifosato.	36
5. Datos meteorológicos durante obtenidos de SENAMHI, Estación CO-Tananta, Tocache, agosto de 2018 a diciembre 2018.....	45
6. Componentes en estudio.....	46
7. Descripción de los tratamientos.....	46
8. Esquema del análisis de variancia.....	53
9. Escala de evaluación visual de control de malezas.....	54
10. Índice de rebrote.....	55
11. Análisis físico - químico del suelo experimental.	62
12. Análisis de las muestras de agua.	64
13. Porcentaje de las malezas en el cultivo de cacao <i>Theobroma cacao</i> L. identificadas al inicio de la ejecución del experimento, en el centro poblado de Tananta – Tocache, Agosto a Diciembre 2018.	65
14. Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) del porcentaje de control de malezas en <i>Theobroma cacao</i> L. a los 15, 30, 45 y 60 DDA de los tratamientos en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache, región de San Martín, Agosto a Diciembre 2018.....	67

15.	Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del porcentaje de control de malezas en <i>Theobroma cacao</i> L. a los 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los tratamientos, en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache, región de San Martín. 2018.....	69
16.	Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el porcentaje de rebrote de malezas en el cultivo de <i>Theobroma cacao</i> L. a los 60, 75, 90 y 105 días después de la aplicación de los tratamientos, en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache, región de San Martín 2018.	78
17.	Prueba de (Duncan ($\alpha= 0.05$) para el porcentaje de rebrote de malezas en el cultivo de <i>Theobroma cacao</i> L. a los 60, 75, 90 y 105 días después de la aplicación de los tratamientos, en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache, región de San Martín 2018.	81
18.	Análisis económico de los tratamientos en estudio.	86

INDICE DE FIGURAS

	Página
1. Mapa de la parcela experimental, elaborado en ArcGIS versión 10.5.	44
2. Dosificación en Villa Palma – Tocache, de Agosto a Diciembre 2018, a. Extracción de dosis de glifosato (Bazuka) con ayuda de una jeringa, b. Envases con la dosis exacto de herbicida (Bazuka) de cada tratamiento, c. Extracción de las dosis de sulfato de amonio con ayuda de una cuchara, d. Peso de las muestras en una balanza analítica, e. Cerrado hermético de las muestras, f. Ordenamiento de las muestras, g. Empaquetado de los tratamientos para su traslado a campo.	49
3. Croquis del campo experimental.	51
4. Unidad experimental.	52
5. Campo experimental, a. Medición del campo, b. Uniformización de la maleza y limpieza del campo experimental.	57
6. Campo experimental, a. Demarcación con rafia, b. Colocación de letreros para cada tratamiento.	57
7. Determinación del porcentaje de invasión de malezas, a. Identificación y conteo de hoja ancha y angosta en el T ₅ , b. Identificación y conteo de hoja ancha y angosta en el T ₁ , c. Identificación y conteo de hoja ancha y angosta en el T ₆ , d. Identificación y conteo de hoja ancha y angosta en el T ₈ , utilizando el método cuadrado (ALAM, 1974).	58
8. Mochila aspersor utilizado, a. Mochila marca jacto de capacidad de 20 L, b. boquilla del tipo TEE- JEET 8002.	59

9. Campo experimental, a. Dilución del sulfato de amonio en agua b. vertimiento de la dilución (sulfato de amonio más agua) a la mochila, c. Vertimiento del herbicida (Bazuka) a la mochila, d. Vertimiento de agua de acuerdo a la dosis, e. colocación del equipo de protección personal f. Aplicación de los tratamientos en el campo experimental.. 60
10. a. Demarcación del área donde se hizo el hoyo, b. Extracción del suelo, c. Extracción de impurezas, y d. Secado de muestra en sol. 61
11. Extracción de las muestras de agua, a. limpieza del envase, b. Vertimiento de la muestra de agua al envase, c. Ubicación del segundo pozo, d. Verificación de la turbidez del agua del segundo pozo..... 63
12. Vista del campo experimental en la parcela “fundo Castillo”- Tananta, provincia de Tocache 2018: T₁ (Control mecánico) al ras a los 0 días (a) y 15 días (b), T₂ (Testigo absoluto) a 30 cm de altura a los 0 día (c) y 15 días (d). T₃ (Glifosato 1L/ha) a los 0 días (e) y 15 días (f) después de la aplicación del tratamiento..... 68
13. Vista del campo experimental en la parcela “fundo Castillo”- Tananta, provincia de Tocache 2018, antes y después de la aplicación: T₄ (Glifosato 2L/ha) a los 0 días (a) y 15 días (b), T₅ (Glifosato 3L/ha) a los 0 días (c) y 15 días (d), T₆ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄) SO₄ 2 kg/ha) a los 0 días (e) y 15 días (f). 69
14. Vista del campo experimental en la parcela “fundo Castillo”- Tananta, provincia de Tocache, antes y después de la aplicación: T₇ (Glifosato 1L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha) a los 0 días (a) y 15 días (b), T₈ (Glifosato

1 L/ha + (NH ₄) SO ₄ 6 kg/ha) a los 0 días (c) y 15 días (d), T ₉ (Glifosato 2 L/ha + (NH ₄) SO ₄ 2 kg/ha) a los 0 días (e) y 15 días (f).....	70
15. Vista del campo experimental en la parcela “fundo Castillo”-Tananta, provincia de Tocache 2018, antes y después de la aplicación: T ₁₀ (Glifosato 2 L/ha + (NH ₄) SO ₄ 4 kg/ha) a los 0 días (a) y 15 días (b), T ₁₁ (Glifosato 2 L/ha + (NH ₄) SO ₄ 6 kg/ha) a los 0 días (c) y 15 días (d), T ₁₂ (Glifosato 3 L /ha+ (NH ₄) SO ₄ 2 kg/ha) a los 0 días (e) y 15 días (f).	71
16. Vista del campo experimental en la parcela “fundo Castillo” Tananta, provincia de Tocache 2018: T ₁₃ (Glifosato 3 L + (NH ₄) SO ₄ 4 kg) a los 0 días (a) y 15 días de la aplicación (b), T ₁₄ (Glifosato 3 L + (NH ₄) SO ₄ 6 kg) a los 0 días (c) y 15 días (d) de la aplicación, T ₇ (Glifosato 1 L + (NH ₄) SO ₄ 4 kg) a los 75 días (e) después de la aplicación, T ₁₀ (Glifosato 1 L + (NH ₄) SO ₄ 4 kg) a los 75 días (f) días después de la aplicación.....	72
17. Curva y ecuación lineal del control de malezas a los 15, 30, 45, 60, 75 y 105 días después de la aplicación de los herbicidas en el cultivo de <i>Theobroma cacao</i> L.....	75
18. Porcentaje de repoblación de malezas a los 105 DDA.....	82
19. Ecuación lineal porcentaje de rebrote de malezas de malezas a los 15, 30, 45, 60, 75 y 105 días después de la aplicación de los herbicidas en el cultivo de <i>Theobroma cacao</i> L.....	83

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los cultivos de exportación en el Perú, es el *Theobroma cacao* L. (BARRIENTOS, 2015) provenientes de distintas zonas cacaoteras del país, como la región San Martín, porque sólo en el 2016 produjo 46,293 t, representando 42 % del total de la producción nacional (LEÓN, 2018), y una de las provincias productoras de cacao de la región San Martín, es Tocache; que además es nombrado la “capital mundial de *T. cacao* L. aromático”.

Sin embargo, uno de las limitantes en la producción de los cultivos, son las malezas que de acuerdo a reportes internacionales representan 33.80 % de las pérdidas en la agricultura (CERNA, 2013), porque compite por nutrientes, luz y agua en una determinada área, con otras especies vegetales como el cultivo de *T. cacao* L, ocasionando problemas desde un punto de vista nutricional y fitosanitario, ya que estas pueden albergar enfermedades y plagas perjudiciales para el cultivo debido a la baja eficacia y eficiencia en el control de estas; porque además según DUBON (2015), el costo del control de malezas en los primeros tres años puede significar hasta la mitad de los costos de mano de obra durante el manejo del cultivo, porque en esta etapa hay mayor penetración de luz solar al suelo lo que genera mayor proliferación de las malezas.

Debido a los altos costos de producción por el control manual de malezas; la mayoría de productores de cacao optaron por el uso de herbicidas; en especial con efecto residual casi nulo, entre ellas está el uso de glifosato; sin embargo, el uso constante ha ocasionado el aumento del número de aplicaciones por año, y por ende, elevando los costos en el control y habiendo reportes de resistencia de las malezas debido al uso de altas dosis de un solo ingrediente activo.

En ese sentido, se busca soluciones en disminuir el uso de dosis altas de glifosato potenciándolo con algún otro ingrediente activo o fertilizante que ayude a incrementar su eficacia, como el sulfato de amonio, porque existe reportes que sirve como vehículo, ayudando a una mejor absorción y transporte de moléculas del herbicida (RAMÍREZ, 2018). Por lo tanto, el presente trabajo de investigación busca mejorar la acción individual del glifosato potenciándolo con el sulfato de amonio en distintas dosis para el control de malezas en el cultivo de *T. cacao* L., y así encontrar la dosis óptima y eficaz en el control de malezas, y que ayude a reducir los costos de producción del cultivo.

Por lo tanto, la hipótesis planteada es la siguiente: que por lo menos una dosis de sulfato de amonio potencia la acción del glifosato mejorando la eficacia en control de malezas del cultivo de *Theobroma cacao* L., razón por el cual planteamos los siguientes objetivos:

Objetivo general:

1. Determinar el efecto de control del glifosato mezclado con sulfato de amonio en el control de malezas del cultivo de *Theobroma cacao* L. en campo definitivo.

Objetivos específicos

1. Determinar el tratamiento que resultara más eficiente en el control de malezas en el cultivo de *Theobroma cacao* L.
2. Evaluar el efecto residual con las diferentes dosis de glifosato mezclado con diferentes concentraciones de sulfato de amonio.
3. Realizar el análisis económico de los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de *Theobroma cacao* L.

2.1.1. Origen y distribución

El *Theobroma cacao* L. es una especie nativa de los bosques tropicales húmedos de América del Sur que crece en climas cálidos, precisamente de las cuencas hidrográficas del alto Amazonas y Orinoco, al este de la cordillera de los Andes, en territorios que hoy corresponden a Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Venezuela y las Guayanas (BARTLEY, 2005).

2.1.2. Importancia del *Theobroma cacao* L.

El *Theobroma cacao* L. específicamente el grano de cacao es una de las materias primas más comercializadas internacionalmente. Su producción mundial es de 4 600 000 t y la superficie es más de 7 000 000 ha (ROMERO y URREGO, 2016). En el Perú consiguió exportar el 36 % del cacao fino y de aroma que se exportó al nivel mundial (ESTELA, 2012). Sin embargo, se sabe que la mayoría de los productores en Perú son pequeños (menos de 5 a 10 ha) (BARRIENTOS, 2015). Pero el año 2019, la producción nacional de cacao fue 136,000 t, lo que significó un incremento de 0.93 % que el año 2018, influenciado por lluvias moderadas en las etapas de floración y fructificación del cultivo; cuyo volumen fue 70,000 t, un incremento de 1.71 % que el año 2018. Entre los países de destino está Indonesia, Holanda, Malasia y Estados Unidos (INEI, 2020).

La región San Martín tiene un área de producción 28,984 ha equivalente al 34 % del área total de la producción nacional; además, siendo la región con mayor área a nivel del país y donde el 90 % de las plantaciones son de CCN-51 (26,086 ha) y 8 % son de las variedades criollo y nativo (2139 ha). A la

región San Martín, le sigue Cusco con 21740 ha, lo que representa 25.60 % del área de producción nacional; de los cuales, 60 % de plantaciones de cacao son criollo y nativo y 38 % son plantaciones de CCN-51 (ROMERO y URREGO, 2016).

2.2. Malezas

Son especies que en una determinada área habitan con los cultivos y no tienen valor económico; algunas impiden el desarrollo de los cultivos, porque luchan por la luz, espacio, nutrientes, agua, etc., y las demás son hospederas plagas y enfermedades; directa o indirectamente afectan la producción del cultivo (SANTILLÁN, 2017). Reducen el rendimiento de *Theobroma cacao* L., se debe a la alelopatía, que es la emisión de compuestos químicos tóxicos perjudiciales de las malezas para el cultivo y la calidad, debido a la contaminación con semillas o material vegetal de las malezas (CROPLIFE, 2012). Es aquella planta que aún no tiene utilidad (CERNA, 2013), porque muchas plantas pueden ser benéficas o ser llamadas como malezas por ciertas circunstancias (VILLANUEVA, 2006).

2.2.1. Daños y pérdidas ocasionados por la maleza en los cultivos

La presencia de malas hierbas en los cultivos son de mucha importancia debido a que generan daños en la producción total de los cultivos que van de 25 – 30 % en los países menos desarrollado, se ha estimado que las pérdidas económicas que las malas hierbas infringe directamente a los cultivos y a los costos asociados a su control superan con crecientes a los de otras plagas y enfermedades de la agricultura (GARCÍA y FERNÁNDEZ, 1991).

La pérdida principal que ocasiona las malezas en los cultivos, es de disminuir los rendimientos (CERNA *et al.*, 2008). Sin embargo, los daños más comunes por las malezas, es la disminución de la calidad de las cosechas de los

cultivos; también son hospederas de plagas, patógenos y roedores, y las labores culturales y de cosecha son obstaculizadas (CERNA y CHACÓN, 2010), y las acciones de competencia de la maleza entre los cultivos, hacen que estas sean menos resistentes al ataque de plagas y enfermedades (CERNA y PINNA, 2006). Las malezas tienen a incrementar los costes de la producción, porque su control implica aplicación de herbicidas y otras labores (CERNA et al., 2006); además, un efecto de la alelopatía de las malezas disminuye el valor de las tierras cultivadas, evitando la instalación de ciertos cultivos (CERNA y PINNA, 2006). Las malas hierbas tienen características y adaptaciones muy especiales que les ayuda invadir lugares nuevos, debido a sus mecanismos morfológicos y fisiológicos como producción de abundante semillas, dormancia, viabilidad, reproducción sexual y asexual, medios de diseminación efectivos, por su rápido desarrollo, por su capacidad de extraer mayor cantidad de agua y nutrientes de suelo a diferencia de los cultivos (HELFGOTT, 1997.).

Las malas hierbas están influenciadas por las interacciones de factores climáticos, edáficos y biológicos. Al respecto tenemos casos como el de las especies *Cynodon dactylon*, *Sorghum halapense*, *Cyperus esculentus* y *C. rotundus* que son muy frecuentes en los trópicos y subtrópicos mas no prevalecen en lugares de temperaturas bajas (GARITA et al., 1995).

2.2.2. Clasificación de las malezas

Las especies de malezas se pueden clasificar de la siguiente manera:

a. Clasificación por la estación de crecimiento. - Hace referencia a la época del año, donde cumplen el ciclo de vida, como la fase reproductiva, establecimiento, fase de madurez y dispersión (SCURSONI, 2009).

b. Clasificación por su tipo de Hoja. - Según ESPINOZA *et al.*, (1995), menciona que las malezas también se pueden clasificar por su tipo de hoja que presentan, estas pueden ser de la siguiente manera de hoja:

- Ancha: En este grupo se encuentran mayormente las plantas dicotiledóneas (herbáceas, arbustivas y arbóreas).

- Fina o Angosta: A éstas pertenecen todas las especies de las familias de Gramíneas y Ciperáceas.

c. Clasificación de acuerdo a su ciclo de vida. - Se clasifican en perenne o anual. Las perennes, son las especies cuyo ciclo de vida se extiende por periodos mayores a dos años, mientras que las anuales son aquellas especies que cumplen un ciclo completo (desde germinación hasta maduración de semillas) en una estación de crecimiento (SCURSONI, 2009).

2.2.3. Control de malezas

Hoy en día tenemos muchos métodos de control de maleza como: rotaciones, labores, fecha de siembra, herbicidas. Es importante hacer un análisis retrospectivo de la experiencia propia y de los resultados obtenidos con los diversos métodos en diversas situaciones. Cada uno de los métodos deberá ser evaluado atendiendo a su eficacia, consistencia y costos (CERNA, 2013).

2.3. Malezas en el cultivo de *Theobroma cacao* L.

2.3.1. Generalidades

Durante décadas en el cultivo de cacao, se ha identificado amplia gama de malezas terrestres por arvenses anuales y perennes (GÓMEZ, 2016), donde las anuales por lo general se ven durante el tiempo de establecimiento del cultivo y las perennes, umbrófilas y envolventes, se presentan a partir del

tercer año (GÓMEZ, 2016; DUBON, 2015). La lucha entre el cultivo de *Theobroma cacao L.* y las malezas por agua, es significativa, porque las gramíneas tienen un poder de control en los primeros años de vida del cultivo, debido a su sistema radicular excesivo y ampliamente distribuido; y además, produce abundante semillas que se extienden rápidamente (DÍAZ, 2010). Por eso, las malezas son únicamente un problema en un el primero año del cultivo (GÓMEZ, 2016), porque también segregan sustancias tóxicas secretadas por las raíces, dificultando el crecimiento de las plantas (DÍAZ, 2010).

Las malezas en plantaciones jóvenes de *Theobroma cacao L.* tienden a dificultar las labores de manejo del cultivo (Hernández, 2012, citado por NOROÑA, 2018); pero, el control de malezas y la cobertura natural de los árboles al suelo, desaparecen ligeramente del cultivo (DÍAZ, 2010). En las plantaciones de cacao es muy común encontrar malezas con hábitos de crecimiento trepadores, que pueden afectar el crecimiento de las plantas si no se controlan, porque estas doblan o las cubren completamente (DUBON, 2015), porque además, entorpecen la fotosíntesis a las plantas de *Theobroma cacao L.* al no dejar pasar la luz (NOROÑA, 2018); aunque también hay algas y musgos que crecen al borde de los tallos de las plantas de cacao debido al exceso de sombra y plantaciones sin ningún manejo (DUBON, 2015).

2.3.2. Malezas del cultivo de *Theobroma cacao L.*

En las investigaciones realizadas por MEDRANO (1996), REQUEJO (2016), URGILÉS (2018) y SANCHEZ (2018), identificaron las principales malezas de hoja ancha (Cuadro 1) y hoja angosta (Cuadro 2), que ocasionan pérdidas en el cultivo de *Theobroma cacao L.*

Cuadro 1. Principales malezas de hoja ancha que afectan el cultivo de *Theobroma cacao* L.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Fuente
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	"Amor seco"	URGILÉS (2018)
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"	SANCHEZ (2018)
Amaranthaceae	<i>Gomphrena perennis</i> L.	"Flor de papel"	SANCHEZ (2018)
Amaranthaceae	<i>Gomphrena pulchella</i> L.	"Yerba del ciervo"	SANCHEZ (2018)
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	"Bledo"	URGILÉS (2018)
Apiaceae	<i>Bowlesia incana</i> Ruíz y Pav	"Perejilillo"	SANCHEZ (2018)
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	"Cadillo"	REQUEJO (2016)
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> L.	"Yerba carnícera"	SANCHEZ (2018)
Asteraceae	<i>Senecio grisebachii</i> Baker.	"Primavera"	SANCHEZ (2018)
Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i> L.	"Nabón"	SANCHEZ (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"	SANCHEZ (2018)
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	"commelina", "Flor de Santa Lucía"	REQUEJO (2016) y SANCHEZ (2018)
Commelinaceae	<i>Murdannia nudiflora</i> L.	"Piñita"	URGILÉS (2018)
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	"Campanilla"	SANCHEZ (2018)
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	"Chanca piedra"	REQUEJO (2016)
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	"Lecherito", "Lecherón", "Lechosa",	MEDRANO (1996), SANCHEZ (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"	SANCHEZ (2018)
Leguminosae	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	"Kudzú"	REQUEJO (2016)
Malvaceae	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schltld	"Malva cimarrona"	SANCHEZ (2018)
Malvaceae	<i>Sphaeralcea bonariensis</i> (Cav.) Grises	"Malva blanca"	SANCHEZ (2018)
Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm.F.	"Escobilla"	URGILÉS (2018)
Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i> L.	"Sanguinaria"	SANCHEZ (2018)
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	"Verdolaga"	SANCHEZ (2018)
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> L.	"Yerba del pollo"	SANCHEZ (2018)
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L.	"Tomatillo"	URGILÉS (2018)
Urticaceae	<i>Parietaria debilis</i> (L.) G. Forst.	"Ortiga"	SANCHEZ (2018)
Verbenaceae	<i>verbena officinalis</i> L.	"Verbena"	REQUEJO (2016)
Violaceae	<i>Viola arvensis</i> Murray	"Pensamiento silvestre"	SANCHEZ (2018)

Fuente: MEDRANO (1996), REQUEJO (2016), URGILÉS (2018) y SANCHEZ (2018).

Cuadro 2. Principales malezas de hoja angosta que afectan el cultivo de *Theobroma cacao* L.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Fuente
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"	SANCHEZ (2018)
Poaceae	<i>Chloris ciliata</i> SW.	"Pasto borla"	SANCHEZ (2018)
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> L.	"Gramón"	SANCHEZ (2018)
Poaceae	<i>Cynodon hirsutus</i> Stent.	"Gramilla mansa"	SANCHEZ (2018)
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i> L.	"Pasto cuaresma", "Guarda rocío"	SANCHEZ (2018) y URGILÉS (2018)
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i> L.	"Moco de pavo"	SANCHEZ (2018)
Poaceae	<i>Eleusine indica</i> (L) Gaertn	"Pata de gallina", "Pata de burro"	SANCHEZ (2018), NOROÑA (2018) y URGILÉS (2018)
Poaceae	<i>Lolium multiorum</i> Lam.	"Raigrás criollo"	SANCHEZ (2018)
Poaceae	<i>Pappophorum ceasпитosum</i> Fries R.E.	"Pasto de liebre"	SANCHEZ (2018)
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	"Sorgo de Alepo"	SANCHEZ (2018)
Poaceae	<i>Chloris barbata</i> Sw.	"Barbuda"	URGILÉS (2018)
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	"Cadillo"	URGILÉS (2018)
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"	SANCHEZ (2018)
Scrophulariaceae	<i>Lindernia crustacea</i> L.	"Pimpinela"	NOROÑA (2018)

Fuente: MEDRANO (1996), REQUEJO (2016), URGILÉS (2018), SANCHEZ (2018) y NOROÑA (2018).

2.4. Herbicidas

2.4.1. Concepto general

Se entiende por herbicida como un producto químico o toda aquella sustancia que es utilizado para inhibir o interrumpir el desarrollo de las diferentes etapas de plantas consideradas indeseadas por el hombre, o llamadas malezas en terrenos que son o van a ser cultivados. Esta inhibición sucede cuando esta sustancia entra en contacto con estas plantas, perjudicando su metabolismo al grado que ocasiona la muerte o inhibe el crecimiento de estas (BLANCO, 2006; RAMÍREZ, 2018).

Este preparado químico es expuesto a un proceso continuo de degradación por diversos factores como el clima y el suelo. Estos procesos pueden ser lentos o acelerados y por lo general dependen como el producto es distribuido sobre las plantas, suelos, dosis usada y diversas reacciones químicas y bioquímicas (ALFARO et al., 2001).

El empleo de los herbicidas para el control de malezas ha resultado beneficioso en las primeras etapas del cultivo, porque está comprobado que en esas etapas se presentan las mayores deficiencia del rendimiento debido a la presencia de las malezas; además que son etapas complicados de controlar a las malezas de forma manual, y con la aplicación de herbicidas se controla y evita daños o heridas al follaje y sistema radicular de cultivos (CERNA, 2013).

El uso de herbicidas se consigue una reducción drástica de mano de obra en relación al sistema de control manual, lo que puede resultar en un ahorro importante; con estos productos se puede reducir e incluso eliminar totalmente el laboreo (GARCÍA y FERNÁNDEZ, 1991).

2.4.2. Clasificación de los herbicidas

Los herbicidas se pueden clasificar por el momento de aplicación, la selectividad, la familia química y modo de acción, y de acuerdo al momento pueden ser: presembrado, preemergentes y postemergentes. Los presembrado pueden ser: aplicados al suelo o al follaje (con frecuencia como sustitución de la labranza primaria) (ROSALES y SÁNCHEZ, 2006).

De acuerdo AGROVIDA (2010), la clasificación de los herbicidas es de la siguiente manera:

a. Clasificación por su selectividad. En el caso de selectividad los herbicidas se clasifican en:

- Selectivos: Matan la maleza sin afectar el cultivo
- No selectivos: Matan todo tipo de planta, es decir maleza y cultivo. Ejemplo: Glifosato.

b. Clasificación según la época de aplicación. La clasificación por época de aplicación, es la siguiente:

- Pre emergente: Es cuando se aplican antes que el cultivo y/o maleza emerjan. Ejemplo: Sencor.
- Post emergente: Cuando se aplican después que el cultivo y/o las malezas han emergido. Ejemplo: Basta.

c. Clasificación por residuales. - Es cuando actúan a través del suelo. Ejemplo sencor.

d. Clasificación por aplicación al follaje. - Es cuando los herbicidas son aplicados a las hojas de las malezas. Ejemplo: Basta.

e. Clasificación por el movimiento en las plantas. - Se refiere a la translocación del herbicida dentro de la planta, entre ellos tenemos:

- **Sistémicos:** Es cuando penetran en las plantas y se movilizan dentro de la misma por el xilema y floema. Ejemplo: Glifosato.
- **De contacto:** Es cuando solamente afectan la parte que tocan. Ejemplo: Basta.

f. Clasificación por la clase de maleza que matan. - La clasificación de acuerdo a la clase de maleza que matan, es la siguiente:

- **Graminícidas o de hoja angosta:** Es cuando matan solamente gramíneas. Ejemplo: Frore I.
- **De hoja ancha:** Es cuando matan solamente hierbas dicotiledóneas. Ejemplo: Edonal.

2.4.3. Mecanismo de acción de los herbicidas

El mecanismo de acción del herbicida es la ruta metabólica sobre la cual actúa para matar una maleza, cubriendo todas las interacciones desde su absorción, translocación, metabolismo y mecanismo de acción dentro de la maleza (BAERSON et al., 2002). Para que el herbicida tenga efecto sobre la maleza, esta debe entrar en contacto con la maleza, ser absorbido al interior y ser translocado (transportado) al sitio donde ejercerá el mecanismo de acción en concentración suficiente para matar la maleza (CROPLIFE, 2012). El herbicida al llegar al sitio de acción, altera el proceso celular (división celular, síntesis de proteínas, síntesis de ácidos grasos, síntesis de pigmentos, fotosíntesis, etc.) (DILL, 2005). Por eso, es necesario comprender el modo y mecanismo de acción de un herbicida para su correcta selección y aplicación,

para evitar daños en los cultivos y así prevenir el desarrollo de resistencia en las malezas, porque estas desarrollan resistencia cruzada a un herbicida específico porque tienen el mismo mecanismo de acción (CROPLIFE, 2012).

2.4.4. Eficacia del herbicida

a. Comportamiento del herbicida en el suelo

Cuando los herbicidas son aplicados, la concentración debe ser alta para controlar las malezas en el período crítico de competencia (BLANCO, 2006), porque las características del suelo como minerales, sustancias disueltas, materia orgánica, pH y entre otros, tienen a afectar a las aplicaciones de estos herbicidas (MOYANO, 2015). Por ejemplo, se observa que al aplicar glifosato en distintos suelos varía su comportamiento (CALDERÓN *et al.*, 2005), porque el aluminio, óxidos de hierro y pH del suelo influyen en los procesos de adsorción del glifosato en el suelo (GIMSING *et al.*, 2004). Pero hay muchos reportes que aún no se sabe qué papel juega la materia orgánica y arcilla en la retención del glifosato en suelo (CALDERÓN *et al.*, 2005); además, todas las propiedades del suelo son modificadas por las labores agrícolas, donde las físicas pueden afectar a la superficie y subsuperficie hidrológica del suelo (GIMSING *et al.*, 2004).

El comportamiento del herbicida en el suelo, pueden clasificarse en tres grupos de procesos (MOYANO, 2015). a) Procesos de acumulación: aquí engloban a los herbicidas que pasa de un medio a otro sin experimentar ninguna transformación química, manteniendo intacta su función inicial. En este grupo se da los procesos de adsorción-desorción (MARÍN *et al.*, 2012). b) Procesos de movimiento: aquí se clasifican a los herbicidas según el movimiento respecto al lugar de aplicación, destacando los movimientos por lixiviación, la escorrentía y

volatilización (MOYANO, 2015). c) Procesos de eliminación: aquí los herbicidas son sometidos a transformaciones debido a procesos fotoquímicos, químicos o biológicos dando lugar a otros con distinta función, toxicidad y comportamiento que los originales (MARÍN *et al.*, 2012).

b. Importancia del agua en el herbicida

Los factores de la calidad del agua sobre los herbicidas son el pH, la dureza (presencia cationes como calcio y magnesio) y conductividad eléctrica (KOGAN, 2006). El pH óptimo del agua para aplicar herbicidas debe estar entre 4 a 6 (KAHL *et al.*, 2016), porque un pH alto tiene efectos negativos sobre los herbicidas en relación a la estabilidad (conservación en el tiempo de la molécula del principio activo) y penetración en la planta (RODRÍGUEZ, 2000); aunque los herbicidas como el glifosato que son ácidos débiles, suelen penetrar mejor en la superficie de las hojas con un pH entre 4 a 7 (KAHL *et al.*, 2016). Por otro lado, uno de los problemas de extraer agua en las zonas rurales, que estas presentan sales (RODRÍGUEZ, 2000) pudiendo reducir la eficacia de distintos herbicidas (KAHL *et al.*, 2016); por ejemplo, el glifosato puede inactivarse por la dureza del agua (RODRÍGUEZ, 2005), porque forma un complejo con los cationes de menor solubilidad, reduciendo la absorción en la hoja y traslocación a través de la planta (KAHL *et al.*, 2016). Asimismo, una concentración de CaCO₃ mayor a 120 mg/L indica elevada cantidad de carbonatos presentes en el agua (KOGAN, 2006).

Según ESPINOZA *et al.* (2013), menciona dos factores importantes para entender la relación de hoja y herbicida

- **Acides del agua.-** Es importante conocer el pH del agua antes de la aplicación del glifosato, debido a que es mejor cuando la mezcla es

más ácida, quiere decir que encuentra menos ionizado, facilitando la entrada de la molécula por la cutícula, ya que la hoja, debido a las propiedades lipofílicas, facilitando la entrada de sustancias no iónicas (carga neutra).

- **Dureza del agua.** – El agua dura está relacionada con el alto contenido de carbonatos disueltos en el agua específicamente cuando es mayor a 120 mg Ca CO₃/L. Una de las formas eficaces para mejorar o corregir la dureza del agua al mezclar el herbicida glifosato es el vertimiento de sulfato de amonio aplicando 1 a 3 kg por 100 L de agua.

- **Concentración de materia orgánica.** - El contenido de materia orgánica es fundamental cuando se habla de calidad, debido a que el agua contiene una cantidad normal de material orgánico o limo y arcilla suspendida, pero si estos son muy concentradas estamos refiriendo a una agua de baja calidad “sucia” provocando la disminución de la eficacia del producto como paraquat, debido a que estos materiales orgánicos y los coloides de la arcilla o limo presentan CIC estas se encuentran suspendidas en el agua (AREVALO, 2008).

- **Concentración de sales.** – La concentración de sales disueltas en el agua disminuye su eficacia del producto, es por ello que se recomienda la aplicación del sulfato de amonio ya que “atrapa” estas sales disueltas y mejora su efectividad del glifosato (ROSALES y SANCHEZ, 2006).

c. Importancia de la mezcla del herbicida

Al realizar una mezcla existen productos que son de formulaciones distintas y puede generarse una reacción produciendo la disminución de la eficacia de los herbicidas. Por ello es importante el orden de vertimiento del herbicida en el recipiente, bajo el concepto de adicionar

primero el de menor solubilidad y al final los de mayor solubilidad. Así mismo en caso del acidificante, adherentes y surfactantes se deben aplicar al último (ESPINOZA et al., 2013).

Mezclar uno o más herbicidas es una práctica con el objetivo de aumentar el espectro de acción en la aplicación, mayor eficiencia y eficacia en el control de las malezas con un menor número de aplicaciones (MASSARO *et al.*, 2016); pero esta mezcla en un tanque, puede tener efectos contraproducentes en el control, porque puede haber incompatibilidades físicas y/o químicas entre los productos mezclados, y cuyo resultado es la reducción de la eficiencia de la aplicación del herbicida (PETER *et al.*, 2012). La incompatibilidad física se debe por lo general a la formulación de los productos y sus interacciones, formando precipitados, separación de fases, etc., lo que dificulta la aplicación y eficiencia del herbicida (SILVA *et al.*, 2007); por eso, es necesario conocer la calidad del agua que se usa en la mezcla, seguir las instrucciones del producto, en donde se menciona a la compatibilidad al mezclar productos (MASSARO *et al.*, 2016).

d. Importancia de la aplicación de herbicidas

Según PETROFF (2000), indica los siguientes factores a tomar en cuenta para la aplicación.

- **Cobertura de gotas.** – Una cobertura de gota indicada es de 20 y 30 gotas/cm² de área de hoja.
- **Dosis exacta.**- Este dato se encuentra en las etiquetas de los productos y es recomendado por los fabricantes, por lo que es importante mantener la máxima uniformidad posible de aplicación del producto usando el producto óptimo (GARCÍA, 2001). Una vez depositada el herbicida en la hoja

esta ira penetrando a través de la cutícula a velocidades variables, según su solubilidad y gradiente de concentración en esa región, la velocidad de penetración aumenta proporcionalmente con la dosis (VITTA *et al.*, 2004).

- **Volumen de aplicación**

El volumen de aplicación de la mezcla es importante conocer debido a que a menor volumen de mezcla, aumenta la eficacia del glifosato y a medida que se aumenta sucede lo contrario, por lo que al aumentar el volumen aumenta los iones en la solución y material coloidal suspendida generando que el glifosato sea menos efectiva (SANDBERG, 1978). Experimentos realizados por KOGAN y PÉREZ, (2003), donde se aplicó dosis de glifosato (1,44 y 2,16 Kg ia ha-1) a *Cyperus esculentum* (9-11hojas), con equipo CDA (15 L ha-1) y con equipo convencional (100,200, y 600 L ha-1).Se evidenció que a los 60 DDA se generó un mayor número de rebrotes debido a su baja dosis y elevado volumen de la mezcla del herbicida.

e. Importancia de los factores ambientales

Según Leiva (1995), citado por RODRIGUEZ (2011), los factores ambientales de influencia para la efectividad de los herbicidas son:

- **Precipitación.** - La precipitación influye en la efectividad de los herbicidas, por lo tanto es aconsejable realizar aplicaciones con glifosato cuando no hay presencia de lluvia, incluso antes o después de 6 u 8 horas de la lluvia, es decir cuando la hoja no este húmeda.

- **Humedad relativa.** - La humedad relativa influye mucho en efectividad del glifosato, debido que a mayor humedad relativa mayor será la hidratación de las cutículas de las hojas de malezas, por lo que su absorción

del glifosato es mínima, así mismo sucede cuando la humedad es inferior al 60%, existe una obstrucción en la cutícula sobre la gradual difusión pasiva.

- **Viento.** - El viento es otro factor de gran importancia, por lo que es recomendable usar glifosato considerando que el viento no desvié las gotas y reducir la llegada del glifosato a las hojas de las malezas, lo aconsejable es que el viento no supere los 12 km/hora.

f. Factores para la aplicación de herbicidas

Los factores importantes en la determinación del éxito en el control de malezas dependen de: la formulación, la dosis, el momento, el equipo, la frecuencia y el volumen de aplicación, los coadyuvantes, las mezclas y la incorporación las malezas resistentes y la tolerancia a los herbicidas (Espinoza, 2009, citado por CCORAHUA, 2019).

2.5. Herbicida glifosato

2.5.1. Descripción general del glifosato

El glifosato o N-fosfometilglicina ($C_3H_8NO_5P$) pertenece al grupo de los ácidos fosfónicos o fosfonatos caracterizados por el enlace C-P (DUKE y POWLES, 2008); lo que le convierte, en un herbicida foliar posemergente que es ampliamente utilizado para combatir las malezas leñosas y herbáceas, anuales y perennes, de hoja angosta y ancha (RAMÍREZ, 2016).

Además, químicamente el glifosato es un ácido orgánico soluble en agua, que deriva del fosfometilo del aminoácido glicina, porque posee en su estructura un grupo funcional amino en la mitad de la molécula, y dos grupos acídicos (un carboxílico y otro fosfónico); además, se observa que la molécula de glifosato posee características anfotéricas, debido a su alta actividad quelante

de los cationes divalentes (por ejemplo, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+}) y formar complejos estables (SCHÜTTE *et al.*, 2017).

El glifosato es el herbicida más utilizado por los agricultores en los países donde más se utiliza, para el control de malezas anuales y perennes en aplicaciones posemergentes, porque tiene un buen control en las malas hierbas y poca actividad en el suelo debido a la degradación por los diferentes microorganismos, asimismo el glifosato es un herbicida que no deja residuos tóxicos en el suelo que puedan afectar al cultivo establecido (PITTY 1997).

2.5.2. Modo de acción

El glifosato ejerce su acción herbicida inhibiendo de la enzima 5-enolpiruvil-shikimato-3-fosfato sintasa (EPSPS) la enzima que es clave en la ruta biosintética de aminoácidos aromáticos (FORERO *et al.*, 2004), impidiendo que las plantas fabriquen tres aminoácidos aromáticos esenciales (fenilalanina, tirosina y triptófano) para su desarrollo (NELSON y COX, 2005), y catalizando el penúltimo paso de la vía metabólica del shikimato, donde se lleva la síntesis de aminoácidos aromáticos de las plantas (RAMÍREZ, 2016).

Primero el ácido shikímico produce ácido corísmico; primero forma el ácido antranílico y, luego, triptófano y ácido indolacético; sin embargo, puede generar el ácido prefénico, que le conduce a los aminoácidos tirosina y fenilalanina (NELSON y COX, 2005). Esta etapa es crítica, debido a la síntesis del ácido corísmico para formar los aminoácidos aromáticos (FORERO *et al.*, 2004), porque el glifosato inhibe que se forme este ácido, acumulando el ácido shikímico y reduciendo los niveles del ácido corísmico, tirosina, fenilalanina y ácido indolacético (NELSON y COX, 2005).

El glifosato al bloquear la producción de aminoácidos aromáticos, alcaloides, alcaloides y ácidos benzoicos, que son responsables del crecimiento y desarrollo de la planta; da como resultado clorosis, necrosis y una reducción del crecimiento de la maleza (ISLAS, 2013). La necrosis en la planta, se forma a partir de la formación de radicales libres; los cuales se autooxidan y reducen el ion, formando el radical hidroxilo y peróxido de hidrógeno, los cuales destruyen los cloroplastos y membrana celular, causando una necrosis total en menos de 24 horas después de la aplicación (NELSON y COX, 2005).

2.5.3. Comportamiento y persistencia de glifosato en suelos

No es recomendable la aplicación directa del glifosato al suelo (HONEY *et al.*, 2000); aunque, los impactos son insignificantes en el suelo y el glifosato que es libre, es degradado por los microorganismos (ISLAS, 2013), porque la retención inactiva al herbicida y los microorganismos degradan y reducen el impacto del herbicida (ARAÚJO *et al.*, 2003). La ruptura del enlace C-N se debe a la biodegradación del glifosato para producir glioxilato y ácido aminometilfosfónico (AMPA) que luego se degrada a agua, dióxido de carbono, formaldehído y fosfato; si bien el AMPA es degradado en el suelo, pero lo hace lentamente debido a la absorción a partículas del suelo es más fuerte (HONEY *et al.*, 2000). Son bajo condiciones aerobias y anaerobias, se producen la degradación del enlace C-P; además hay una segunda ruta de ruptura o rotura que da lugar a la formación de fosfato y glicina (ISLAS, 2013).

2.5.4. Propiedades físico - químicos

Según Mamacoca (2000), citado por GARRAFA (2009), señala que el herbicida glifosato es conocido por su baja toxicidad para los seres vivos,

animales y excluyen el grado tóxico de los solventes y demás formulaciones comerciales, es menos tóxico que la sal común, la aspirina y hasta la vitamina A. la dosis letal media (DL 50) es, aproximadamente, de 4900 a 5000 mg por kg de peso vivo de cualquier animal, mientras que la aspirina tiene una DL 50 de 1000 mg (Cuadro 3).

Cuadro 3. Propiedades físico-químicas del glifosato.

Propiedad	Compuesto puro ingrediente activo	Sal de glifosato-isopropilamonio
Formula molecular	C ₃ H ₈ NO ₅ P	C ₆ H ₁₇ N ₂ O ₅ P
Peso molecular	169.10 g/mol	228.20 g/mol
Estado físico	Solido blanco	Líquido viscoso de color ámbar a amarillo
Olor	Inodoro	Ligero olor a amina
Densidad	0.50 g/mL	1.16 – 1.18 g/mL
Punto de fusión	184.50 °C	No aplicable (estado líquido)
Presión de vapor	1.84x10 ⁻⁷ mm Hg a 45 °C	3x10 ⁻⁷ mm Hg a 25 °C
Punto de ebullición	Se descompone	Se descompone
pH en solución al 1 %	2.50	4.70
Solubilidad en Agua	12.00 ppm a 25 °C	900.00 ppm a 25 °C
Otros solventes	Ninguno	Solo soluble en agua
Estabilidad	32 días a 25 °C y pH= 5.7 o 9	32 días a 25 °C y pH= 7 o 9
Coefficiente de partición etanol/agua	P _{ow} = - 2,8	No determinado
Constante de ley de Henry	<7 x	No determinado
Corrosividad	No corrosivo	No corrosivo

Fuente: Mamacoca (2000) citado por GARRAFA (2009).

2.5.5. Efectos del glifosato en la planta

El Glifosato es un herbicida de amplio espectro, no selectivo que bloquea la producción de aminoácidos aromáticos, producidos por la vía biosintética

del shikimato, que forma los aminoácidos aromáticos: fenilalanina, tirosina y triptófano, además de otros productos como ligninas, alcaloides y ácidos benzoicos los cuales son indispensable para el crecimiento y desarrollo de la planta, dando clorosis, distorsión, necrosis y una reducción en el crecimiento (PITTY, 1997).

La acción del Glifosato es lenta; según la dosis y la especie los síntomas aparecen de 3 a 10 días después de la aplicación. Aplicaciones a bajo volumen y en gotas de pequeño tamaño también suelen ser más efectivas que con elevada cantidad de agua o en gotas de mayor diámetro. El glifosato no muestra actividad en el suelo a dosis comerciales, en este medio se inactiva rápidamente al formarse complejos de hierro y aluminio que le hacen precipitar. Además, los microorganismos lo descomponen con rapidez, siendo su vida media de cuatro a ocho semanas (ROJAS y VÁZQUEZ, 1995).

2.5.6. Usos y dosis

Según TQC (2020), en su ficha técnica menciona que el Glifosato controla algunas malezas en el cultivo de naranjo, caña de azúcar, palma aceitera, café, plato, mango, asimismo se reporta el uso para canales de irrigación y bordes de acequias (Cuadro 4).

2.5.7. Modo de aplicación

Para la aplicación de herbicidas con volúmenes bajos (200 a 400 L/ha) es recomendable aplicar en post-emergencia y va depender mucho de la densidad de las hojas para la aspersion, por eso evitar contacto con las hojas del cultivo, también se recomienda el uso de boquillas de abanico. Para la aspersion es fundamental conocer el contenido de calcio, evitando agua turbia para impedir que el producto reduzca su efectividad (TQC, 2020).

Cuadro 4. Usos y dosis del glifosato.

CULTIVO	MALEZAS		DOSIS	P.C. (Días)	L.M.R. (ppm)
	Nombre común	Nombre científico			
Naranja	"Cadillo"	<i>Cenchrus echinatus</i>		Hasta 20	0.2
	"Gramalote"	<i>Panicum purpurascens</i>			
Caña de azúcar	"Pata de gallina"	<i>Eleusine indica</i>	Malezas anuales 2 a 3 L/ha	10 – 30	2
	"Grama china"	<i>Sorghum halepense</i>			
Palma aceitera	"Totora"	<i>Typha angustifolia</i>			n.d.
	"Kikuyo"	<i>Pennisetum clandestinum</i>			
Café	"Pajilla"	<i>Leptochloa filiformis</i>			1
	"Grama dulce"	<i>Cynodon dactylon</i>			
Palto	"Coquito"	<i>Cyperus rotundus</i>			0.2
	"Yuyo"	<i>Amaranthus dubius</i>			
Mango	"Coquito"	<i>Cyperus rotundus</i>		----	0.2
	"Pata de gallina"	<i>Eleusine indica</i>			
Canales de irrigación	"Amor seco"	<i>Bidens pilosa</i>	Malezas perennes 3 a 6 L/ha	----	----
	"Plumilla"	<i>Chloris virgata</i>			
Bordes - acequias	"Coquito"	<i>Cyperus rotundus</i>		----	----
	"Avena loca"	<i>Avena fatua</i>			
	"Lengua de vaca"	<i>Rumex crispus</i>			0.1

2.5.8. Momentos de aplicación

El momento indicado para la aplicación del herbicida es cuando las malezas estén en crecimiento activo y sin estrés por poca agua. Además es recomendable la aplicación en estados iniciales de crecimiento de las malezas de hoja ancha y angosta o gramíneas (TQC, 2020).

2.6. Sulfato de amonio

2.6.1. Generalidades del sulfato de amonio

El SAM (Sulfato de Amonio), es un fertilizante químico muchas veces utilizados. Es una de las fuentes de Nitrógeno más comúnmente usadas en las fórmulas de fertilización (Mezclas Físicas). El SAM es un fertilizante de amplia compatibilidad con todos los productos ya sean simples o complejos, es decir es muy versátil para ser utilizado en mezclas con otros productos. Además, por ser un fertilizantes tiene un efecto acidificante que influye en el suelo y agua (DISAGRO, 1994).

2.6.2. Características físicas y químicas

Según DISAGRO (1994), el sulfato de amonio tiene las siguientes características.

Nombre Químico	:	Sulfato de Amonio
Otros Nombres	:	Sulfato de Amoniaco, sal de Azufre y Amonio
Fórmula Química	:	$((\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4)$
Peso Molecular	:	132.14
Contenido de Nitrógeno Total (N)	:	21.0 % de Nitrógeno Amoniacal.

Contenido de Azufre Total (S) : 24.0 % de Azufre en forma de Sulfato

2.6.3. Efecto sinérgico como activador de herbicidas

El efecto Sinérgico del Sulfato de Amonio sobre el Glifosato se debe a muchos factores como: Efecto acidificante, reduce el pH de la solución, capacidad de retener los ($^{+}CaCO_3$) del agua (JUAREZ, 2014). Además el alto contenido de Nitrógeno del Sulfato de Amonio, estimula la apertura de los estomas de las hojas, permitiendo el ingreso de las moléculas de los herbicidas, se vuelve más eficiente y se obtiene un costo - beneficio hasta un 25 % menor que utilizar solo los herbicidas (RODRÍGUEZ, 1995).

El SAM a través de su aporte de amonio favorece la actividad del herbicida glifosato debido a la acción de anión sulfato encima de los cationes (Ca y Mg) quienes pueden resultar negativos para su absorción del herbicida glifosato (WATANABE y SALAS, 2008).

2.7. Coadyuvantes agrícolas

2.7.1. Concepto general

Son productos empleados para mejorar el efecto de los herbicidas y disminuir el antagonismo de los cationes en las aguas cuando es utilizado con herbicidas (METZLER *et al.*, 2015), con el fin de potenciar los beneficios, porque ayudan en la deposición de las gotas, mejoran el mojado y la persistencia del ingrediente activo sobre la superficie de las hojas de las plantas, haciendo más efectivas las aplicaciones; además, modifican el patrón rociado, gota, calidad de la pulverización y tasa de movimiento del plaguicida en la planta (FERNÁNDEZ *et al.*, 2015). Por ejemplo, el sulfato de amonio, con sus sales no sólo evitan la

formación de complejos de herbicidas y cationes, sino que mejoran la actividad de los activos formando componentes más activos que los originales, mejorando la actividad de herbicidas (METZLER et al., 2015).

2.7.2. Clasificación de los coadyuvantes o adyuvantes

En el mercado hay diversos coadyuvantes de diferentes compuestos y modos de acción, diseñados para funciones específicas, incluyendo ajuste del pH, dispersión, extensión, pegado y humectación; además, reducen la formación de espuma, evaporación, volatilización y deriva de la pulverización. Sin embargo, ni un adyuvante puede hacer todas esas funciones; por eso, se puede combinar diferentes adyuvantes compatibles para realizar diferentes funciones al mismo tiempo (CID, 2014). Los adyuvantes se clasifican en dos: a) activadores; los cuales incrementan la actividad, penetración, difusión y retención del ingrediente activo. b) utilitarios; son los que modifican la propiedad de la solución y no afectan de forma directa la eficiencia de la formulación (FERNÁNDEZ *et al.*, 2015).

2.7.3. Sulfato de amonio ((NH₄)₂SO₄) como herbicida

a. Característica general

El sulfato de amonio es una fuente de nitrógeno, aunque de baja concentración (BAFTA *et al.*, 2017), ampliamente utilizado para la producción de cultivos; además, es un producto versátil por lo que es utilizado en mezclas con otros fertilizantes por su amplia compatibilidad con diversos productos complejos (JUÁREZ, 2014; RAMÍREZ, 2018). Cuando se utiliza como un fertilizante foliar, tiene capacidad adyuvante (protector y activador) para mezclas con herbicidas, porque evita que los cationes que están presentes en el agua, tiendan a inactivar

al herbicida; además, el amonio puede asociarse con la molécula y dando mayor penetración, velocidad de traslocación en el interior de la maleza y reduciendo el pH entre 4 y 5 con el objetivo de optimizar el herbicida (METZLER et al., 2015). Su peso molecular es 132.14, con 21 % de nitrógeno amoniacal y 24 % de azufre en forma de sulfato (JUÁREZ, 2014; RAMÍREZ, 2018):

b. El sulfato de amonio en el suelo y plantas

Su utilidad como fertilizante en la planta, se debe a la necesidad de azufre que está muy relacionada con la concentración de nitrógeno disponible para la planta; razón por el cual, el sulfato de amonio balancea ambos nutrientes. Cuando se aplica el fertilizante; el azufre es absorbido por las plantas como anión sulfato porque no es atraído por las arcillas y los coloides inorgánicos del suelo debido a su carga negativa, y razón por el cual, el azufre se llega a mantener en la solución del suelo, moviéndose con el flujo de agua y por esto es fácilmente lixiviable. En las plantas, el nitrógeno y el azufre se relacionan estrechamente en el papel nutricional de las mismas, porque ambos nutrientes son constituyentes de proteínas (aminoácidos) y están asociados directamente con la formación de la clorofila (involucrada en el proceso de fotosíntesis) (BAFTA et al., 2017).

c. El sulfato de amonio en los herbicidas

El sulfato de amonio es un adyuvante para el herbicida (KOGAN, 2001), porque incrementa la susceptibilidad de algunas malezas al aumentar la fitotoxicidad de herbicidas incluyendo el glifosato (FACCINI y PURICELLI, 2010), permitiendo mejorar la absorción y transporte de moléculas de herbicida, porque el nitrógeno estimula la apertura de estomas en la planta, permitiendo el ingreso más rápido del herbicida (JUÁREZ, 2014, RAMÍREZ, 2018); asimismo, neutraliza

el efecto antagónico de cationes polivalentes (aguas duras) formando sales poco solubles con el glifosato, contrarrestando la formación de quelatos de calcio y un complejo de glifosato amonio (RAMÍREZ, 2018), logrando aumentar la velocidad del secado de las malezas, notándose a los siete días después de su aplicación y un mejor control en aquellas que son más tolerantes (BAFTA et al., 2017).

El sulfato de amonio al disociarse en agua produce iones amonio (NH_4^+) y sulfato (SO_4^-), donde el sulfato captura e inmoviliza los cationes Ca^{++} y Mg^{++} inhibiendo la acción del glifosato y el ion amonio induce a la formación de compuestos glifosato $-\text{NH}_4$, y dando mayor facilidad la penetración en las plantas que se quieren eliminar (BAFTA et al., 2017). Permite que más del 50 % del ingrediente activo de este sea aprovechado y dando un mejor control. Se observó que a una dosis de sulfato de amonio de 2 kg/ha, crea un efecto sinérgico porque acidifica la mezcla y así el glifosato esté menos ionizado y facilite el paso de la molécula por la cutícula de las hojas; además, las estomas son estimuladas por un alto contenido de nitrógeno (JUÁREZ, 2014, RAMÍREZ, 2018). El amonio luchar con cationes polivalentes por cargas negativas en la molécula de glifosato, disminuyendo así el potencial de quelatación. La formación de cristales de sulfato de calcio sobre las hojas tratadas con glifosato más SA ha sido vista por NELAWAJA et al. (1992).

d. Investigaciones realizadas

Para el control del *Tessaria integrifolia* L. (callacaz) con el herbicida glifosato más urea, nitrato de amonio y sulfato de amonio; la mejor dosis de glifosato encontrada fue el de 3 L/ 200 L de agua; donde el mejor adyuvante fue el sulfato de amonio; la mejor dosis del adyuvante fue de 2 kg por 200 L de

agua; La mejor combinación para el eficiente control del callacaz fue 3 L de glifosato más 2 kg de sulfato de amonio por 200 L de agua (GARRAFA, 2018).

La aplicación de sulfato de amonio al 2 % aumentó la eficiencia de la dosis de 2 L/ha de glifosato alcanzando un excelente nivel de control de *Ipomoea grandifolia* L. cuando se aplicó en la etapa vegetativa (4 - 6 hojas), asimismo el sulfato de amonio a 12 % tuvo una acción antagónica de las dosis 4.0 y 6.0 L/ha de glifosato disminuyendo el porcentaje de control en la fase vegetativa y más aún en la fase reproductiva (WATANABE y SALAS, 2008).

La aplicación en mezcla de 3 L/ha de glifosato con 2 kg sulfato de amonio, estadísticamente controló mejor el *Neprolepis cardifolia* (L.) C. Presl. (Helecho cola de quetzal) en el cultivo de banano, presentando mayor número promedio de días control con 8.94 semanas (RAMÍREZ, 2018).

Al probar dos coadyuvantes con la finalidad de mejorar la actividad del glifosato donde se pudo concluir que la respuesta al agregado de los coadyuvantes varía con la especie de maleza. El coadyuvante X Trim G aumenta la actividad del glifosato sobre *Chenopodium album*. Sobre *Amaranthus quitensis*, ambos aditivos favorecen la actividad del herbicida y sobre *Eleusine indica* ningún coadyuvante provee una mejora significativa respecto al glifosato solo (PAPA y BRUNO, 2006).

En una investigación donde evaluó la efectividad del tamaño de las gotas y el uso de adyuvantes en el control de malezas; se concluyó que los adyuvantes sulfato de amonio y aceite de semilla metilada; y las boquillas XR, AIXR y TTI cambian el tamaño de las gotas en la aplicación del herbicida tembotrione; y en las hojas de *Chenopodium álbum* L. y *Avena*

sativa, la mezcla con mayor retención fue tembotrione más sulfato de amonio. Para *Abutilon theophrasti* Medik. Las mezclas con mayor retención fueron las mezclas con adyuvante, donde tembotrione más sulfato de amonio es el mejor cuando se utilizó la boquilla AIXR; y tembotrione más sulfato de amonio cuando se utilizó la boquilla XR (CEDEÑO, 2015).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del lugar del experimento

El presente experimento se realizó en el “Fundo Castillo”, perteneciente a la señora Lucila Beatriz Castillo Flores, con código de predio 11006596 ubicado en el centro poblado de Tananta, distrito de Tocache, provincia de Tocache, región de San Martín (Figura 1), cuya ubicación en coordenadas UTM es 328439 Este, 9102956 Norte con una altitud de 483.84 msnm.

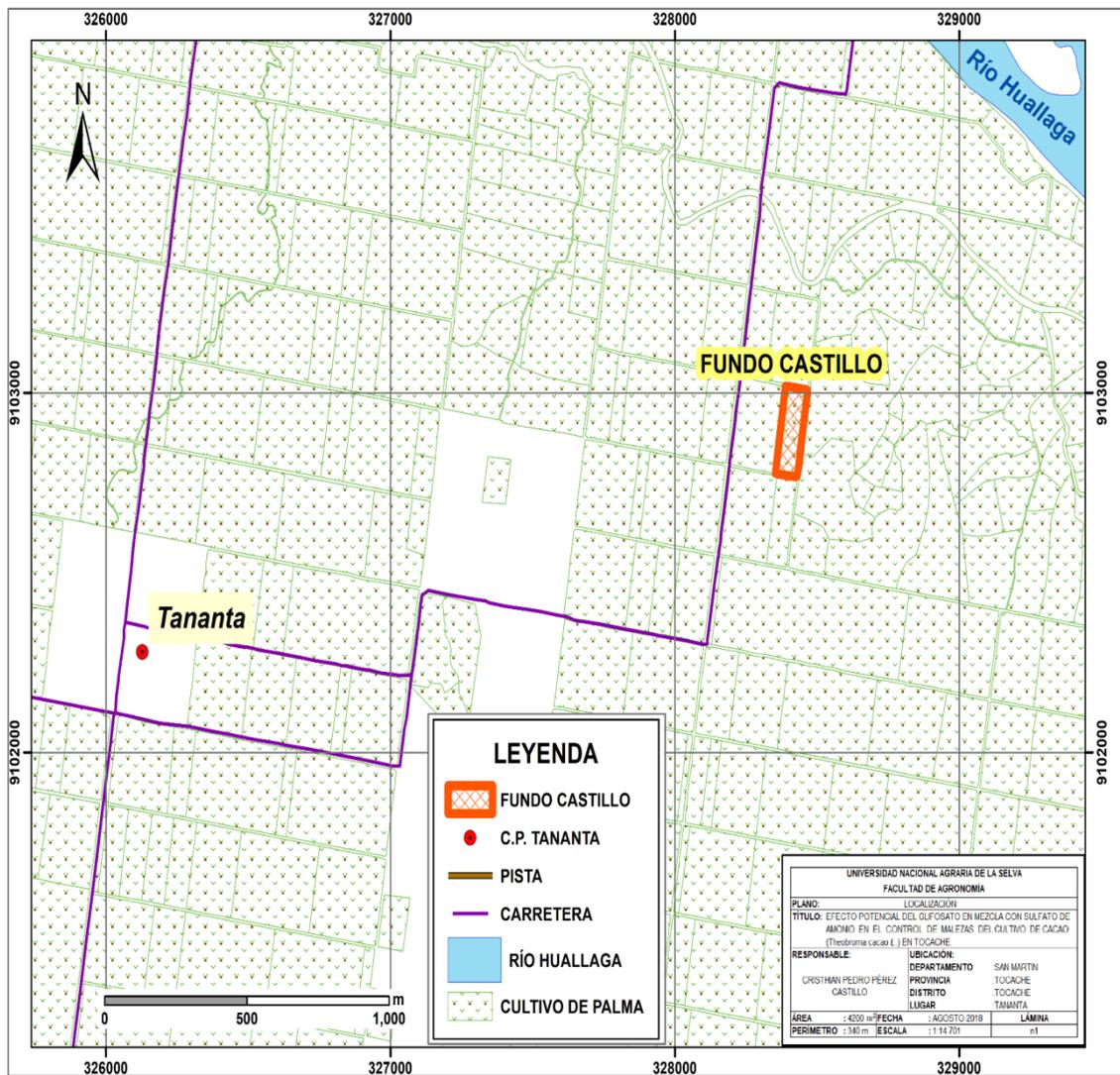


Figura 1. Mapa de la parcela experimental, elaborado en ArcGIS versión 10.5.

3.2. Historial del campo experimental

Hasta el año 1985 el área experimental fue plantaciones de palma aceitera de la empresa ENDEPALMA S.A. (PÉREZ, 2019), hoy en día viene hacer un cultivo de *Theobroma cacao* L., aproximadamente de dos años de edad, donde se visualizó problemas de deficiencia nutricional, por la alta presencia de malezas

3.3. Características climáticas

Presenta una zona de vida bosque húmedo tropical (bh-T) (HOLDRIGE, 1985), con una temperatura media mensual de 26.42 °C, mientras que la precipitación promedio es de 207.56 mm/mes, datos climatológicos registrados corresponden a los promedios mensuales de la campaña que duró el experimento (Cuadro 5), los cuales fueron registrados en la Estación CO-Tananta, Tocache, que a continuación se indican (SENHAMI, 2019).

Cuadro 5. Datos meteorológicos durante obtenidos de SENAMHI, Estación CO-Tananta, Tocache, agosto de 2018 a diciembre 2018.

Meses	Temperatura (°C)			Precipitación (mm/mes)
	Máximo	Media	Mínima	
Agosto	31.38	25.60	19.81	111.40
setiembre	33.32	26.64	19.97	50.00
Octubre	31.24	26.50	21.75	336.10
Noviembre	31.39	26.72	22.05	337.60
Diciembre	31.39	26.63	21.86	202.70
Total	158.72	132.08	105.44	1037.80
Promedio	31.74	26.42	21.09	207.56

Fuente: SENAMHI (2019).

3.4. Diseño estadístico

3.4.1. Componentes en estudio

Los componentes en estudio que fueron considerados en esta investigación son los productos a aplicar (glifosato y sulfato de amonio) y las malezas del cultivo de cacao (Cuadro 6).

Cuadro 6. Componentes en estudio.

Entradas (Herbicida y Fertilizante)	Unidad experimental (Malezas en la plantación de Cacao)	Salidas (Control)
Bazuka (Glifosato), Sulfato de Amonio	Porcentaje de invasión de malezas de hoja ancha y angosta en el cultivo de cacao	Porcentaje de control, eficiencia, etc.

3.4.2. Tratamientos en estudio

Se realizó la investigación del efecto potencial del glifosato en mezcla con sulfato de amonio aplicando diferentes dosis de glifosato, individualmente y en mezcla con sulfato de amonio, obteniendo 14 tratamientos incluyendo al tratamiento testigo y control mecánico (Cuadro 7).

Cuadro 7. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Dosis	Gasto de agua
T ₁ (Control mecánico)	0	-
T ₂ (Testigo)	0	-
T ₃ (Glifosato)	1 L/ha	200 L
T ₄ (Glifosato 2 L)	2 L/ha	200 L
T ₅ (Glifosato 3 L)	3 L/ha	200 L
T ₆ (Glifosato 1 L + SO ₄ NH ₄ 2 kg.)	1 L/ha + 2 kg/ha	200 L
T ₇ (Glifosato 1 L + SO ₄ NH ₄ 4 kg.)	1 L/ha + 4 kg/ha	200 L
T ₈ (Glifosato 1 L + SO ₄ NH ₄ 6 kg.)	1 L/ha + 6 kg/ha	200 L
T ₉ (Glifosato 2 L + SO ₄ NH ₄ 2 kg.)	2 L/ha + 2 kg/ha	200 L
T ₁₀ (Glifosato 2 L + SO ₄ NH ₄ 4 kg.)	2 L/ha + 4 kg/ha	200 L
T ₁₁ (Glifosato 2 L + SO ₄ NH ₄ 6 kg.)	2 L/ha + 6 kg/ha	200 L
T ₁₂ (Glifosato 3 L + SO ₄ NH ₄ 2 kg.)	3 L/ha + 2 kg/ha	200 L
T ₁₃ (Glifosato 3 L + SO ₄ NH ₄ 4 kg.)	3 L/ha + 4 kg/ha	200 L
T ₁₄ (Glifosato 3 L + SO ₄ NH ₄ 6 kg.)	3 L/ha + 6 kg/ha	200 L

3.4.3. Dosificación

a. Cálculo de la dosificación del herbicida

Para la aplicación de una dosis de 2 L/ha de Glifosato (Cuadro 7), se calcula a través del uso de la regla de tres simple este proceso se realiza para calcular las dosis de todos los tratamientos en 100 m² de unidad experimental.

$$\begin{array}{l} 10000 \text{ m}^2 \text{-----} 2000 \text{ cc. del producto} \\ 100 \text{ m}^2 \text{-----} X \\ X = 20 \text{ cc. / Parcela} \end{array}$$

Por tal motivo, se aplicó 20 cc del Bazuka por cada unidad experimental de 100 m². Considerando que son tres repeticiones, en total se aplicó 60 cc de Bazuka. Similarmente se calculan las demás dosis de los tratamientos teniendo en cuenta las dosis de aplicación.

b. Cálculo de gasto de sulfato de amonio

Los rangos de gasto de sulfato de amonio son de 2 – 6 kg/ha, para este ejemplo se ha optado un gasto de sulfato de amonio de 4 kg/ha.

$$\begin{array}{l} 10000 \text{ m}^2 \text{-----} 4 \text{ kg de sulfato de amonio} \\ 100 \text{ m}^2 \text{-----} X \\ X = 40 \text{ g / Parcela} \end{array}$$

El gasto de sulfato de amonio por cada unidad experimental de 100 m² es de 40 g, pero como son tres unidades experimentales, el gasto de agua se triplicaría a 120 g.

c. Cálculo del gasto de agua

Para el cálculo del gasto de agua para la aplicación de 200 L/ha, se determinó para cada unidad experimental, por hectárea se tiene:

10000 m² ----- 200 L de agua

100 m² ----- X

$$X = 2 \text{ L / Parcela}$$

La aplicación de agua es de 2 L por cada unidad experimental de 100 m² y como son tres unidades experimentales, El total de agua usado será 6 L, triplicando su cantidad.

d. Preparación de la dosis

Se realizó en el laboratorio de control de calidad de la empresa Oleaginosas del Perú S.A., un día antes de la aplicación (Figura 2), porque las malezas alcanzaron una altura promedio de 30 cm, óptima para al control químico,

3.4.4. Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con 4 bloques y 14 tratamientos, cuyo modelo estadístico según CALZADA (1982) es el siguiente:

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

Y_{ij} = Es el valor observado en la unidad experimental del j - ésimo bloque a la cual se lo aplicó el i - ésimo herbicida.

U = Es el efecto de la media general.

T_i = Es el efecto de la i - ésimo tratamiento.

B = Es el efecto de la j- ésimo bloque.

ϵ_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental obtenido en el j - ésimo bloque a la cual se le aplico el i - ésimo tratamiento.

Para:

i = 1, 2, 3, ..., 14 tratamientos

j = 1, 2, 3 bloques



Figura 2. Dosificación en Villa Palma – Tocache, de Agosto a Diciembre 2018,

- a. Extracción de dosis de glifosato (Bazuka) con ayuda de una jeringa,
- b. Envases con la dosis exacto de herbicida (Bazuka) de cada tratamiento,
- c. Extracción de las dosis de sulfato de amonio con ayuda de una cuchara,
- d. Peso de las muestras en una balanza analítica,
- e. Cerrado hermético de las muestras,
- f. Ordenamiento de las muestras,
- g. Empaquetado de los tratamientos para su traslado a campo.

3.4.5. Características del campo experimental

a. Bloques

N° bloques	: 3
Largo	: 140 m
Ancho	: 10 m.
Ancho de la calle	: 0.5 m
Área total de cada bloque	: 1400 m ²

b. Dimensiones de la parcela

N° parcela/ bloque	: 14
N° total de parcelas	: 42
Largo de cada parcela	: 10m
Ancho de cada parcela	: 10 m.
Área total del experimento	: 100 m ²
Número de calles	: 2

c. Dimensiones del campo experimental

Largo	: 140 m.
Ancho	: 31 m.
Área total del experimento	: 4340 m ²

3.4.6. Croquis del experimento

El croquis del experimento (Figura 3) se elaboró según el diseño de bloque completamente al azar. Las dimensiones de las parcelas es de 10 x 10 m, cada parcela experimental está distanciado por 0.5 m uno de otro de acuerdo al croquis experimental, las parcelas tienen plantas de cacao sembradas en siembra de tres bolillos distanciados 3 x 3 m (Figura 4).

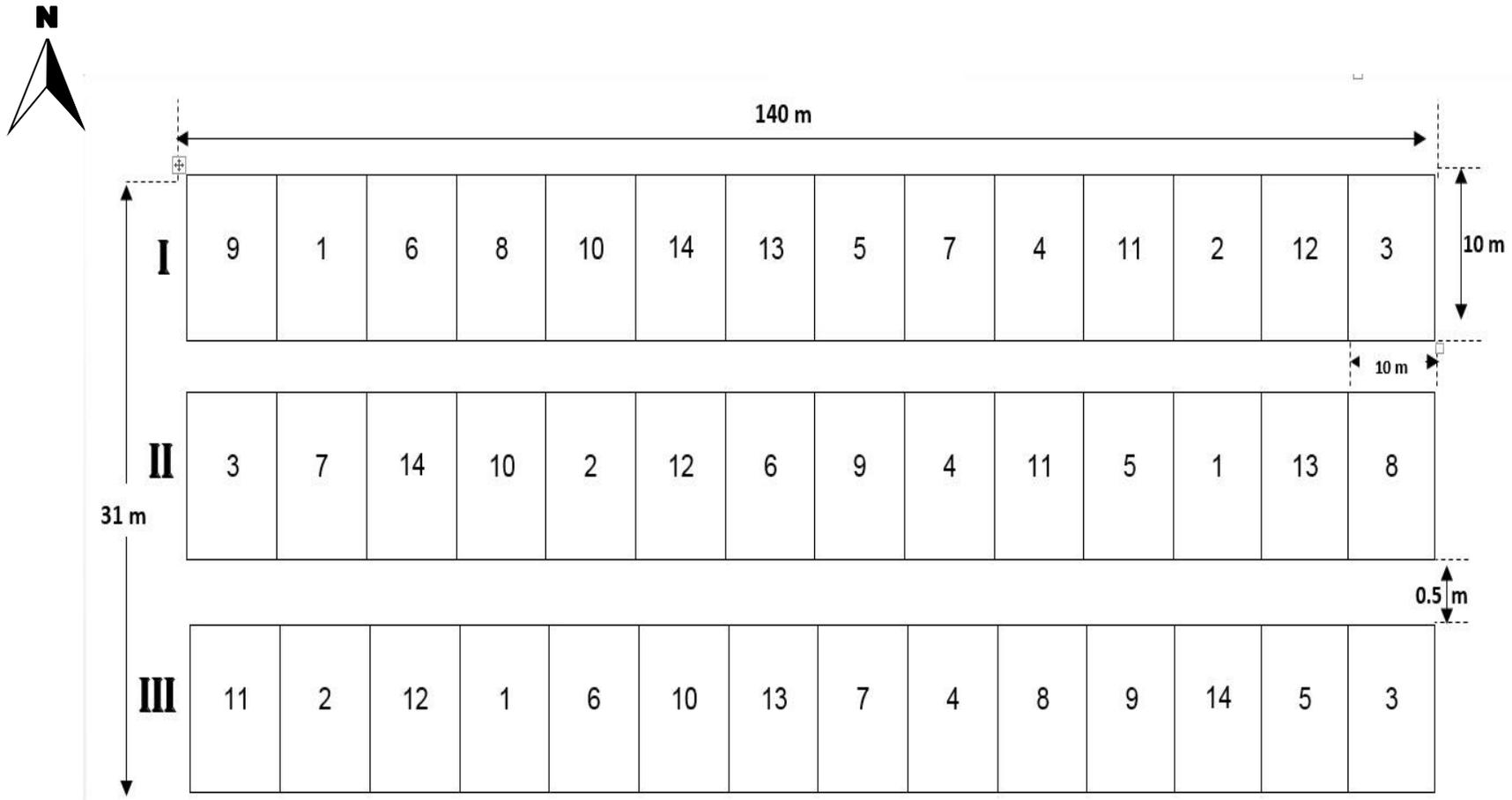
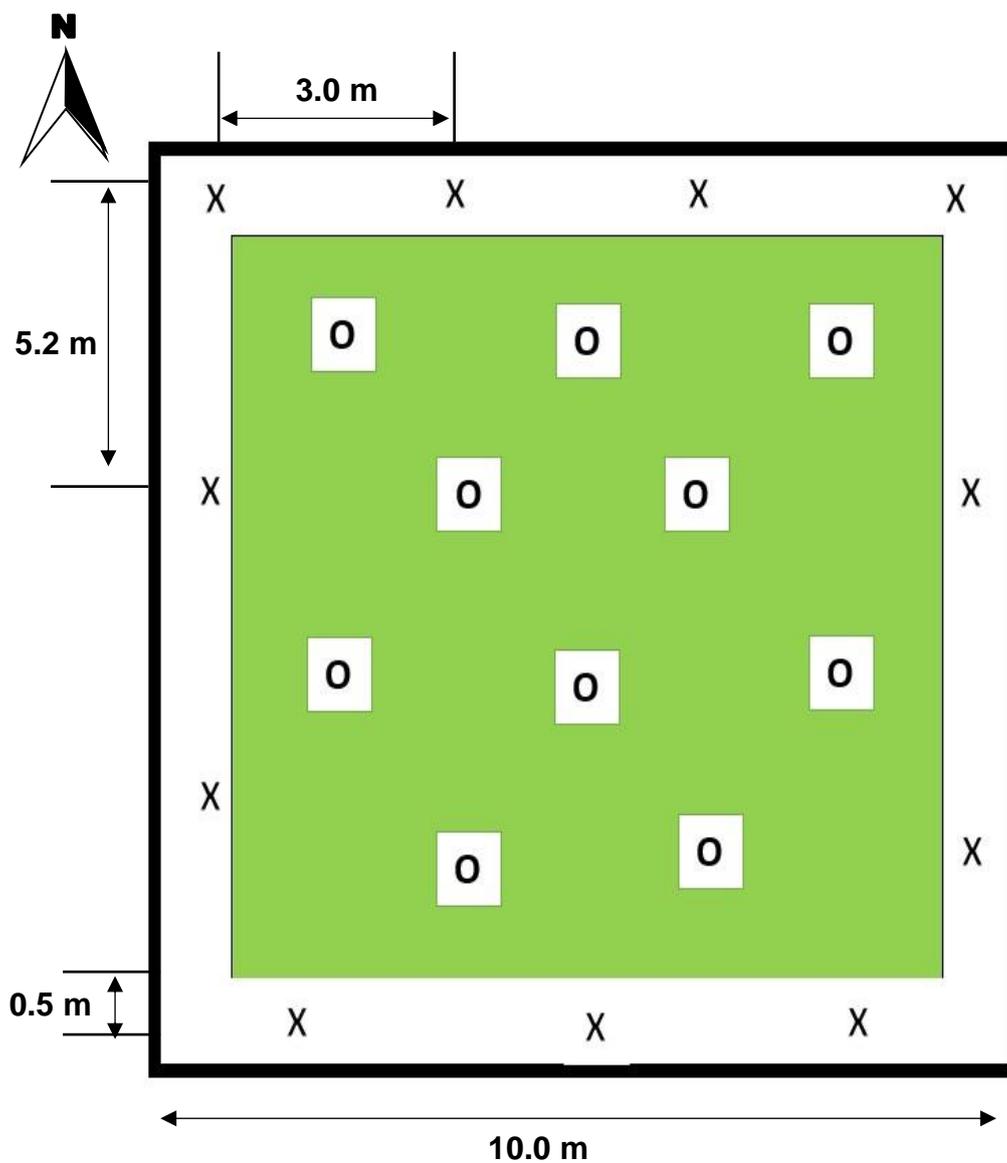


Figura 3. Croquis del campo experimental.



X: Cacao al borde de la parcela experimental.

O: Cacao en el área neta

Distanciamiento por planta de cacao: 3 x 3 m

Figura 4. Unidad experimental.

3.4.7. Análisis estadístico

En la comparación de los promedios se usó la prueba de Duncan, con un nivel de significación de 0.05.

Cuadro 8. Esquema del análisis de variancia.

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques	2
Tratamientos	13
Error experimental	26
Total	41

3.4.8. Regresión lineal

La ecuación de la regresión lineal es el siguiente ecuación (2):

$$Y_i = aX_i + b + \epsilon_i \quad \dots(2)$$

Leyenda:

Y_i = Variable dependiente

X_i = Variable independiente

a = Intercepta con el eje Y o tasa.

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad \dots(3)$$

b = Coeficiente de regresión (pendiente de la línea recta):

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i - a \sum_{i=1}^n X_i}{n} = Y - aX \quad \dots(4)$$

ϵ_i = Error asociado a la medición del valor X_i y siguen los supuestos de modo que $\epsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ (media cero, varianza constante e igual a un σ $\epsilon_i \perp \epsilon_j$ con $i \neq j$).

- El coeficiente de determinación:

$$r = \frac{n(\sum_{i=1}^n X_i Y_i) - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{n(\sum_{i=1}^n X_i^2) - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \cdot \sqrt{n(\sum_{i=1}^n Y_i^2) - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}} \quad \dots(5)$$

Leyenda:

r = Coeficiente de determinación

Y_i = Variable dependiente

X_i = Variable independiente

n = n-ésima evaluación

3.4.9. Variables a evaluar

a. Variables dependientes

- Brotamiento de maleza
- Control de malezas

b. Variables independientes

- Sulfato de amonio
- Glifosato (Bazuka).

3.5. Parámetros a evaluar

3.5.1. Determinación del efecto de control

Se lanzó al azar un marco de madera de 1m² sobre las parcelas para evaluar el efecto de control de las mezclas por el método visual, usando la escala de la Asociación Latinoamericana de Malezas (Cuadro 9). Las evaluaciones se realizaron a los 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas.

Cuadro 9. 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

Fuente: ALAM (1974).

3.5.2. Determinación del efecto residual

Al igual que las evaluaciones del efecto de control se utilizó el método del cuadrado en las diferentes parcelas donde se visualizó los rebrotes de las nuevas malezas, verificándose el grado de rebrote y el tiempo transcurrido de la aplicación hasta el inicio de la aparición de nuevas malezas, cabe indicar que el rebrote es inverso al poder residual, por lo que cuando el grado sea 100 % el poder residual será 0 % (Cuadro 10). Estas evaluaciones se realizaron a los 60, 75, 90 y 105 días después de la aplicación de los tratamientos.

Cuadro 10. Índice de rebrote.

Rebrote/nacencia	% estimado	% control
0 – 5 cm	20	80
6 – 10 cm	25 – 40	75 – 60
11 – 15 cm	45 – 60	60 – 40
16 – 20 cm	65 – 80	35 – 20
21 – 25 cm	85 – 100	15 – 00

El efecto residual está referido al poder de permanecer por un determinado tiempo ya sea en las células internas de la planta o en las partes externas. Los residuos de los herbicidas van actuando a través del tiempo mientras dure en acción. Se utilizó la metodología de USQUIANO (2006), donde considera que el efecto residual es nulo cuando el porcentaje de rebrote de malezas es mayor al 50 %, es decir 50 % de control si consideramos que el efecto residual es inverso al control; en nuestra investigación se usó la misma metodología, no obstante para hallar el día en que los tratamientos tuvieron el 50 % de control se propuso usar interpolación lineal, obteniéndose la siguiente fórmula:

$$DC_{50\%} = \frac{(X_2 - X_1)(50\% \text{ de control} - \% \text{ de control en } X_2)}{(\% \text{ de control en } X_1 - \% \text{ de control en } X_2)} + X_1 \quad \dots(6)$$

$DC_{50\%}$ = Día en que el herbicida tiene al menos 50% de control

X_1 = Día con porcentaje de control < 50

X_2 = Día con porcentaje de control > 50

3.5.3. Determinación del análisis económico

Se consideró dos jornales por la aplicación de los herbicidas. Asimismo, para determinar los costos de aplicación se consideraron todos los tratamientos, para luego relacionarlo con el poder residual. Finalmente el costo de cada tratamiento se determinó dividiendo el costo total (costo total de los productos más los jornales de aplicación) entre el número de días que duró su efecto residual). El valor resultante es el costo de tratamiento/día de control de malezas para una hectárea. Las fórmulas que se usaron para realizar el análisis económico fueron propuestas por ESPINOZA (2015) y USQUIANO (2006), las mismas que se presentan a continuación:

$$\text{Costo de control (S/.)} = \text{Precio del producto (S/.)} + \text{Mano de obra (S/.)} \quad \dots (7)$$

$$\text{Potencial de control (\%)} = \text{Máximo porcentaje de control alcanzado} \quad \dots (8)$$

$$\text{Poder residual (Días)} = DC_{50\%} \quad \dots (9)$$

$$\text{Costo de tratamiento/día de control (s/.)} = \frac{\text{Costo de control (s/.)}}{\text{Poder residual (días)}} \quad \dots (10)$$

3.6. Ejecución del experimento

3.6.1. Uniformización de altura de maleza

Se uniformizó la altura de las malezas por tratamiento con una moto cultivadora marca HUSQVARNA, para obtener alta homogeneidad, tamaño ideal de las malezas recomendado que es de 30 cm para un control químico, luego con el rastrillo se sacó los rastros y tener una mejor evaluación (Figura 5).



Figura 5. Campo experimental, a. Medición del campo, b. Uniformización de la maleza y limpieza del campo experimental.

3.6.2. Demarcación del campo

El campo experimental se demarcó con el método del triángulo notable (3, 4 y 5), utilizando rafias, wincha y marcos para los tratamientos (Figura 6.a), luego se dividió en tres bloques con 14 parcelas por bloque según el croquis (Figura 3), para luego poner los nombres de cada tratamiento (Figura 6.b).

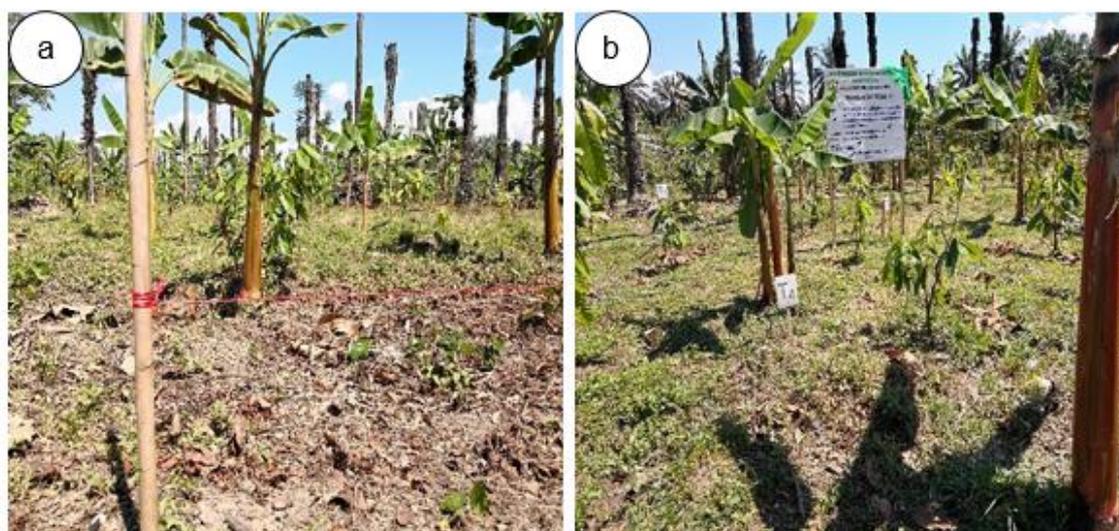


Figura 6. Campo experimental, a. Demarcación con rafia, b. Colocación de letreros para cada tratamiento.

3.6.3. Identificación de las malezas

Para la identificación del porcentaje de las malezas se realizó antes de aplicar los tratamientos para ello se usó el método visual del cuadrado con un marco cuadrado hecho de madera de 1 x 1 m, haciendo caer el marco al azar en parcelas experimentales. Se registraron tres muestras por tratamiento, luego se realizó la contabilización del número de malezas existentes por especie, tanto de hoja ancha como de hoja angosta y obtener posteriormente el promedio.



Figura 7. Determinación del porcentaje de invasión de malezas, a. Identificación y conteo de hoja ancha y angosta en el T₅, b. Identificación y conteo de hoja ancha y angosta en el T₁, c. Identificación y conteo de hoja ancha y angosta en el T₆, d. Identificación y conteo de hoja ancha y angosta en el T₈, utilizando el método cuadrado (ALAM, 1974).

Para la identificación de las malezas se procedió a la recolección y la herborización de las especies existentes en el campo experimental (Figura 7). Finalmente para la identificación de las malezas más abundantes se realizó de forma visual con dos manuales fotográficos de identificación de malezas del Centro de recursos didácticos (CERED) Departamento de protección Vegetal Escuela Agrícola Panamericana Zamorano (PITTY, A. y MUÑOZ, R. 1994).

3.6.4. Equipo utilizado

Para la aplicación de los tratamientos se usó un aspersor o mochila manual marca jacto de capacidad 20 L (Figura 8.a), y una boquilla del tipo TEE-JEET 8002 (sistémico) equivalente a 0.2 - 0.3 gl/min antideriva (Figura 8.b).



Figura 8. Mochila aspersor utilizado, a. Mochila marca jacto de capacidad de 20 L, b. boquilla del tipo TEE- JEET 8002.

3.6.5. Aplicación de los tratamientos

Para la aplicación se consideró la altura de la boquilla, presión, velocidad de aplicación y la hora adecuada (horas de la mañana), esto con la finalidad de que el asperjado en cada parcela sea lo más homogéneo posible y evitar variabilidad en los resultados, primero se disolvió el sulfato de amonio en

un recipiente con agua, luego se vertió a la mochila, posteriormente se adicionó el glifosato y se completó con agua de acuerdo al tratamiento.



Figura 9. Campo experimental, a. Dilución del sulfato de amonio en agua b. vertimiento de la dilución (sulfato de amonio más agua) a la mochila, c. Vertimiento del herbicida (Bazuka) a la mochila, d. Vertimiento de agua de acuerdo a la dosis, e. colocación del equipo de protección personal f. Aplicación de los tratamientos en el campo experimental.

Para la aplicación se usaron equipos de protección personal (EPP) para evitar alguna intoxicación por el agroquímico. Para el control mecánico (motoguadaña) se consideró un solo corte para su respectiva evaluación.

3.7. Análisis del campo experimental

3.7.1. Análisis de suelo

Se extrajo una pequeña muestra significativa, antes de aplicar los tratamientos en estudio; esto se realizó a través de un muestreo en forma de “zig zag” con ayuda de machete y una pala, haciendo hoyos de profundidad de 25 a 30 cm, luego se mezcló todo el de suelo y se obtuvo una muestra de 1 kg (Figura 10).



Figura 10. a. Demarcación del área donde se hizo el hoyo, b. Extracción del suelo, c. Extracción de impurezas, y d. Secado de muestra en sol.

Luego la muestra fue secado bajo sombra, mullida, homogenizada y tamizada con malla de 2 mm y enviada al laboratorio de análisis de suelo, agua y ecotoxicología de la UNAS. De acuerdo a los resultados del análisis físico – químico (Cuadro 11), el suelo tiene las características como: textura franco con pH ligeramente ácido, con bajo contenido de materia orgánica y nitrógeno, fósforo y potasio estas características indican que el suelo tiene muy poca fertilidad.

Cuadro 11. Análisis físico - químico del suelo experimental.

Parámetro	Valor	Método empleado
Análisis físico:		
Arena (%)	43	Hidrómetro
Arcilla (%)	16	Hidrómetro
Limo (%)	41	Hidrómetro
Clase textural	Franco	Triángulo textural
Análisis químico:		
pH (1:1) en agua	5.52	Potenciómetro
M. O. (%)	2.14	Walkey y Black
N - Total (%)	0.1	% M.O. x 0,045
Fósforo disponible (ppm)	7.3	Olsen Modificado
K ₂ O disponible (kg/ha)	89.96	Ácido sulfúrico
Ca cambiante (cmol(+)) . kg/ha)	7.78	EAA
Mg cambiante (cmol(+)) . kg/ha)	1.38	EAA
K cambiante (cmol(+)) . kg/ha)	0.21	EAA
Na cambiante (cmol(+)) . kg/ha)	0.29	EAA
Bases cambiables (%)	100	Ca + Mg +K+ Na/CICt x 100

3.7.2. Análisis de agua

Se consideró dos muestras de 300 mL de agua de dos pozos ubicadas cerca de la parcela donde se realizó el experimento (Figura 11), la primera se encontraba dentro de plantación de palma aceitera, mientras que la segunda dentro de cultivo de *Theobroma cacao* L., ambas muestras fueron

llevada al laboratorio de suelos, agua y ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva donde se determinó el pH, dureza, concentración de carbonatos y bicarbonatos (Cuadro 12).



Figura 11. Extracción de las muestras de agua, a. limpieza del envase, b. Vertimiento de la muestra de agua al envase, c. Ubicación del segundo pozo, d. Verificación de la turbidez del agua del segundo pozo.

Las muestras mostraron los mismos valores, cabe mencionar que el contenido de agua se evaluó antes de realizar las aplicaciones a los tratamientos, en el mes de julio del 2018

Cuadro 12. Análisis de las muestras de agua.

Muestra	pH	Dureza (CaCo₃)	Carbonatos (mg/L)	Bicarbonatos (mg/L)
1	6	27.78	0.00	0.61
2	6	27.78	0.00	0.61

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, agua y ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María.

3.7.3. Presencia de malezas en el campo experimental

La evaluación de la dominancia de malezas se realizó a los 30 días después del corte, para el cual se usó el método visual del 1 m², obteniendo un promedio de presencia de malezas de hoja ancha de 55 % y de hoja angosta de 45 %, también se identificaron cada una de las malezas presentes y su porcentaje de infestación (Cuadro 11, anexo: Figura 22 - 25). La identificación de las malezas se llevó cabo con la ayuda dos manuales fotográficos de identificación de malezas del Centro de recursos didácticos (CERED) Departamento de protección Vegetal Escuela Agrícola Panamericana Zamorano (PITTY, A. y MUÑOZ, R. 1994).

Cuadro 13. Porcentaje de las malezas en el cultivo de cacao *Theobroma cacao* L. identificadas al inicio de la ejecución del experimento, en el centro poblado de Tananta – Tocacche, Agosto a Diciembre 2018.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Infestación (%)
Hoja ancha			60
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	"Chanca piedra"	1
Leguminosae	<i>Pueraria phaseoloides</i> L. (Roxb)	"Kudzú" (planta arvense)	5
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	"Cadillo"	2
Melastomatacea	<i>Clidemia japorensis</i> DC.	Indicador ph	2
Combilinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	"comelina"	2
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i> Poepp.	"Hierba del gusano"	8
Asteraceae	<i>Melampodium divaricatum</i> Nicholson	"Pincelillo, clabvelillo"	1
Compositae	<i>Pseudoelephantopus spicatus</i> L.	"Mata pasto"	10
Verbenaceas	<i>Verbena officinalis</i> L.	"Verbena"	2
Amaranthaceae	<i>Achyranthes indica</i> (L.) Mill	"Rabo de chancho"	15
Euphorbiaceae	<i>Caperonia palustris</i> (L.) A. St.-Hil.	"Botoncillo"	5
Verbenaceae	<i>Lantana cámara</i> L.	"frutillo"	8
Hoja Angosta			40
Gramineaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	"Torurco"	12
Cyperaceae	<i>Scleria pterota</i> C. Presl ex C.B. Clarke	"Navajuela"	18
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	"coquito"	5
Graminaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i> L.	"Pata de gallina"	1
Graminaceae	<i>Homolepsis aturensis</i>	"Paja amarga"	2

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de control de los tratamientos

Los resultados sometidos al análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) mostraron coeficientes de variación menores al 15 %, valores que están de acuerdo a lo permitido por CONDO y PAZMIÑO (1986), quienes mencionan que para ensayos en campo el coeficiente de variabilidad debe ser menor que 20 %.

4.1.1. Análisis de variancia (ANVA) ($\alpha = 0.05$)

El análisis de varianza de los resultados para porcentaje de control de malezas de hoja ancha y angosta a los 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas en el cultivo de cacao (Cuadro 14), muestra que para el efecto de bloques en todas evaluaciones no existen diferencias significativas, con excepción a los 45 días, es decir que se hizo bien bloquear las parcelas y que nuestros resultados no estuvieron influenciados por efecto de los bloques, esto es corroborado por CALZADA (1986), menciona que al no haber diferencias estadísticas significativas entre los bloques en un análisis de variancia, estos no influenciarán en los resultados obtenidos, por su parte GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2012), indican que si el efecto de bloque en un análisis de varianza resulta no significativo, su influencia en la calidad de la respuesta no es significativa además verifica que no existe efecto interactivo entre el factor de bloque y el factor de tratamientos. Para el efecto de los tratamientos existió diferencias altamente significativas, indicando que en todas las evaluaciones por lo menos un tratamiento fue diferentes a los demás, los coeficientes de variabilidad fluctuaron desde 14.64 % en la primera evaluación a 7.66 % en la segunda evaluación, valores que son aceptables en este tipo de experimentos (CALZADA, 1986).

Cuadro 14. Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) del porcentaje de control de malezas en *Theobroma cacao* L. a los 15, 30, 45 y 60 DDA de los tratamientos en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache, región de San Martín, Agosto a Diciembre 2018.

Fuente variación	Cuadrados medios									
	G.L	15 DDA		30 DDA		45 DDA		60 DDA		F.Tab
Tratamientos	13	1829.30	AS	2221.83	AS	2675.32	AS	2167.63	AS	2.12
Bloque	2	9.52	NS	27.60	NS	222.00	S	4.17	NS	3.37
Error Experimental	26	136.45		42.98		47.02		33.01		
Total	41									
C.V. (%)		14.64		7.66		8.48		10.29		

N.S : No existe significación estadística.

S : Existe diferencias significativas

A.S : Existe diferencias altamente significativas.

4.1.2. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$)

Al existir significancia en el ANVA se realizó la prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) de donde se puede inferir que a los 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas en el cultivo de cacao, existió diferencias significativas (Cuadro 15), observándose que a los 15 días después de la aplicación, todos los tratamientos mostraron diferencias en el porcentaje de control debido al modo de acción y composición de cada herbicida (Figura 12,13,14,15 y 16) es así que el resultado fluctuó de 100 a 63.33 % en los tratamientos T₁₄ (Glifosato 3 L/ha + (NH₄)SO₄ 6 kg/ha y T₃ (Glifosato 1 L/ha) respectivamente, sin encontrarse diferencias estadísticas significativas, hasta este punto no se ha encontrado superioridad estadísticas por parte de las mezclas frente a las aplicaciones individuales de Glifosato, sin embargo aritméticamente el T₁₄ resultó con mayor porcentaje de control superando a la aplicación de Glifosato en sus diferentes dosis, indicando que existe efecto por parte del sulfato de amonio con excepción a dosis de 1 L/ha, que posiblemente sea por la poca cantidad de ingrediente activo que no es suficiente como para agotar rápidamente la cantidad de aminoácidos existente en las malezas, coincidiendo con lo que dice KOGAN Y PEREZ (2003); SANDBERG et al. (1978), afirman que el factor de influencia para la eficacia del producto usado es la concentración del mismo, es decir si se usa el glifosato a baja dosis esta tendrá un menor efecto a comparación si se aumenta su dosis y se disminuya el contenido de agua. Estudios realizados con glifosato a diferente dosis y volúmenes de agua en el porcentaje control de "chufa" (*Cyperus rotundus* y *C.esculentus*) a los 60 días después de aplicado el producto, se encontró que

Cuadro 1. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del porcentaje de control de malezas en *Theobroma cacao* L. a los 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los tratamientos, en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache, región de San Martín. 2018.

Porcentaje de control de malezas											
15 DDA			30 DDA			45 DDA			60 DDA		
Clave	%	Sig.	Clave	%	Sig.	Clave	%	Sig.	Clave	%	Sig.
T ₁₄	100.00	a	T ₁₄	100.00	a	T ₁₄	100.00	a	T ₁₄	100.00	a
T ₇	96.67	a b	T ₇	100.00	a	T ₇	100.00	a	T ₁₃	76.67	b
T ₁₁	95.00	a b	T ₁₀	98.30	a	T ₈	96.67	a	T ₇	68.33	b c
T ₁₀	91.67	a b	T ₁₁	98.30	a	T ₁₁	96.67	a	T ₁₂	66.67	b c d
T ₁₃	88.33	a b	T ₁₃	98.30	a	T ₁₃	96.67	a	T ₈	65.00	c d e
T ₉	86.67	a b	T ₈	96.70	a	T ₁₀	93.33	a	T ₁₁	65.00	c d e
T ₄	86.67	a b	T ₉	96.70	a	T ₉	93.33	a	T ₉	63.33	c d e
T ₈	85.00	a b c	T ₆	96.00	a	T ₁₂	91.67	a	T ₁₀	63.33	c d e
T ₅	83.33	a b c	T ₁₂	93.30	a	T ₆	90.00	a	T ₆	60.00	c d e
T ₁₂	81.67	a b c	T ₅	93.30	a	T ₅	86.67	a	T ₅	56.67	d e
T ₆	81.67	a b c	T ₄	91.70	a	T ₄	86.67	a	T ₄	55.00	e
T ₁	76.67	b c	T ₃	78.30	b	T ₃	73.33	b	T ₃	41.67	f
T ₃	63.33	c	T ₁	56.70	c	T ₁	26.67	c	T ₁	0.00	g
T ₂	0.00	d	T ₂	0.00	d	T ₂	0.00	d	T ₂	0.00	g

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

T₁ (Control mecánico)

T₂ (Testigo)

T₃ (Glifosato1 L/ha)

T₄ (Glifosato2 L/ha)

T₅ (Glifosato3 L/ha)

T₆ (Glifosato1 L/ha + (NH₄) SO₄ 2 kg/ha)

T₇ (Glifosato1 L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha)

T₈ (Glifosato1 L/ha + (NH₄) SO₄ 6 kg/ha)

T₉ (Glifosato2 L/ha + (NH₄) SO₄ 2 kg/ha)

T₁₀ (Glifosato2 L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha)

T₁₁ (Glifosato2 L/ha + (NH₄) SO₄ 6 kg/ha)

T₁₂ (Glifosato3 L/ha + (NH₄) SO₄ 2 kg/ha)

T₁₃ (Glifosato3 L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha)

T₁₄ (Glifosato3 L/ha + (NH₄) SO₄ 6 kg/ha)

conforme se aumentaba la dosis de glifosato mayor era el efecto de control, consiguiéndose el mejor efecto de control con la aplicación de 2.16 kg/ha siendo más efectivo cuando se usa un volumen de agua de 200 L/ha. (KOGAN Y PEREZ, 2003), con respecto al control mecánico logro superar al menos a la aplicación de un litro de Glifosato por hectárea T₂ (Motoguadaña) esto debido a que el control es inmediato mientras que se tienen que esperar que el herbicida haga efecto, al respecto CERNA (2013), sostiene que existen diversos métodos de control y cada uno debe ser aplicado de acuerdo a la situación, experiencia y costos.

A los 30 y 45 días después de la aplicación de los herbicidas no se ha encontrado superioridad estadísticas por parte de las mezclas frente a las aplicaciones individuales de Glifosato (4 y 5 L/ha), sin embargo a los 45 aritméticamente las mezclas fluctuaron de 100 % control en el T₁₄ (Glifosato 3 L/ha + (NH₄) SO₄ 6 kg/ha) a 90 % en el T₆ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄) SO₄ 2 kg/ha) resultados se deben al efecto de Sulfato de amonio que actúa estimulando la apertura de los estomas y a su efecto acidificante, que reduce el pH de la solución permitiendo que el Glifosato esté en un mayor porcentaje desionizado, también por su capacidad de retener los Carbonatos de Calcio del agua (JUAREZ, 2014). Asimismo NELAWAJA et al. (1992), señala que el sulfato de amonio también mejora la acción del glifosato debido a que esta rompe la cutícula. También se puede observar que a los 30 días los tratamientos alcanzan su nivel de control más alto pasando a disminuir a los 45 días, esto muestra que a nivel de campo ya existe rebrote y nacencia de malezas.

A los 60 días después de la aplicación de los herbicidas existe efecto potenciador del Sulfato de amonio especialmente en el tratamiento T₁₄ (Glifosato 3 L/ha + (NH₄) SO₄ 6 kg/ha) que fue estadísticamente superior y a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T₁₃ (Glifosato 3 L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha), T₇ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha) y T₁₂ (Glifosato 3 L/ha + (NH₄) SO₄ 2 kg/ha), los cuales no se diferenciaron estadísticamente, según WATANABE y SALAS (2008); METZLER et al. (2015); BAFTA et al. (2017), mencionan que el amonio o la acción del anión sulfato mejoran la actividad del glifosato ya que estas actúan sobre cationes como el calcio o magnesio, que pueden afectar negativamente la absorción del glifosato. Investigaciones realizadas por el mismo autor encontraron que el sulfato de amonio al 2 % aumentó la eficiencia de la dosis de 2 L/ha de glifosato alcanzando un excelente nivel de control de *Ipomoea grandifolia* L. cuando se aplicó en la etapa vegetativa (4 - 6 hojas), por el contrario el sulfato de amonio a 12 % tuvo una acción antagónica de las dosis 4.0 y 6.0 L/ha de glifosato disminuyendo el porcentaje de control en la fase vegetativa y más aún en la fase reproductiva. En una investigación PAPA y BRUNO (2006), encontró que la eficiencia del glifosato con algún coadyuvante varía con la especie a controlar es así que el sulfato de amonio mejora la actividad del glifosato sobre *Amaranthus quitensis*, mientras que para *Eleusine indica* no existe significancia estadística.

El tratamiento T₂ (Testigo absoluto), presentó un efecto de control cero, debido a que no se realizó ningún control de malezas, con el fin de servir como fuente de referencia del porcentaje de infestación de malezas en el campo experimental; Coincidiendo con HELFGOTT (1997), quien menciona que las

malezas tienen múltiples características que le permiten invadir nuevos campos y una ellas es su forma de reproducción tanto asexual como sexual, además que tienen un rápido desarrollo vegetativo; por su parte GARITA et al. (1995), afirma que el desarrollo y crecimiento de una especie de maleza está influenciado por las interacción de los factores climáticos, edáficos y biológicos, eso quiere decir que en la mayoría de las ocasiones las especies son endémicas muy adaptadas al medio. Al momento de la ejecución del experimento, el grado de control de malezas en los tratamientos aplicados, el testigo absoluto representa el máximo porcentaje de malezas, que pueden alcanzar los demás tratamientos y realizar un nuevo control de malezas, cuando el poder es nulo.

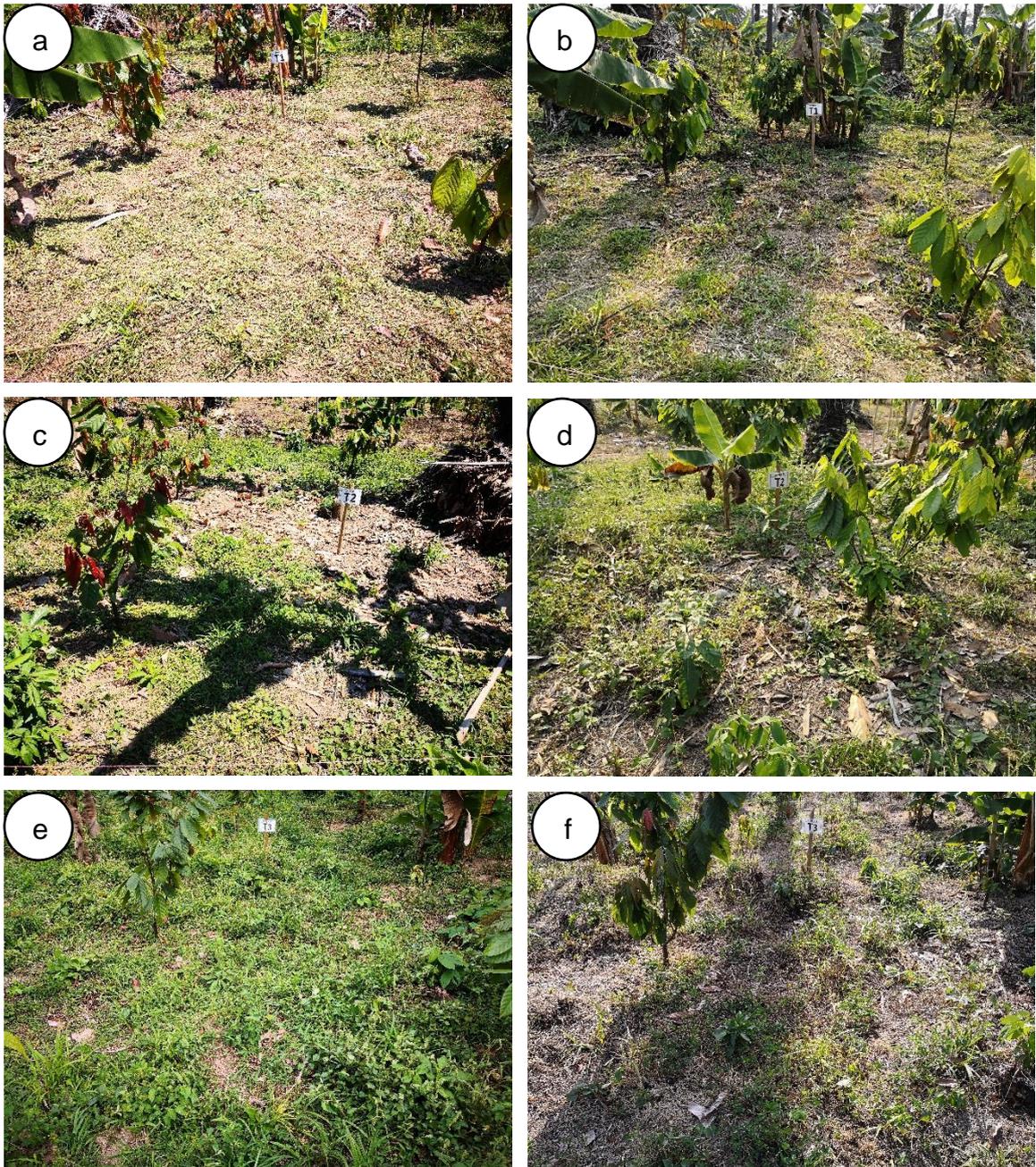


Figura 12. Vista del campo experimental en la parcela “fundo Castillo”- Tananta, provincia de Tocache 2018: T₁ (Control mecánico) al ras a los 0 días (a) y 15 días (b), T₂ (Testigo absoluto) a 30 cm de altura a los 0 día (c) y 15 días (d). T₃ (Glifosato 1L/ha) a los 0 días (e) y 15 días (f) después de la aplicación del tratamiento.

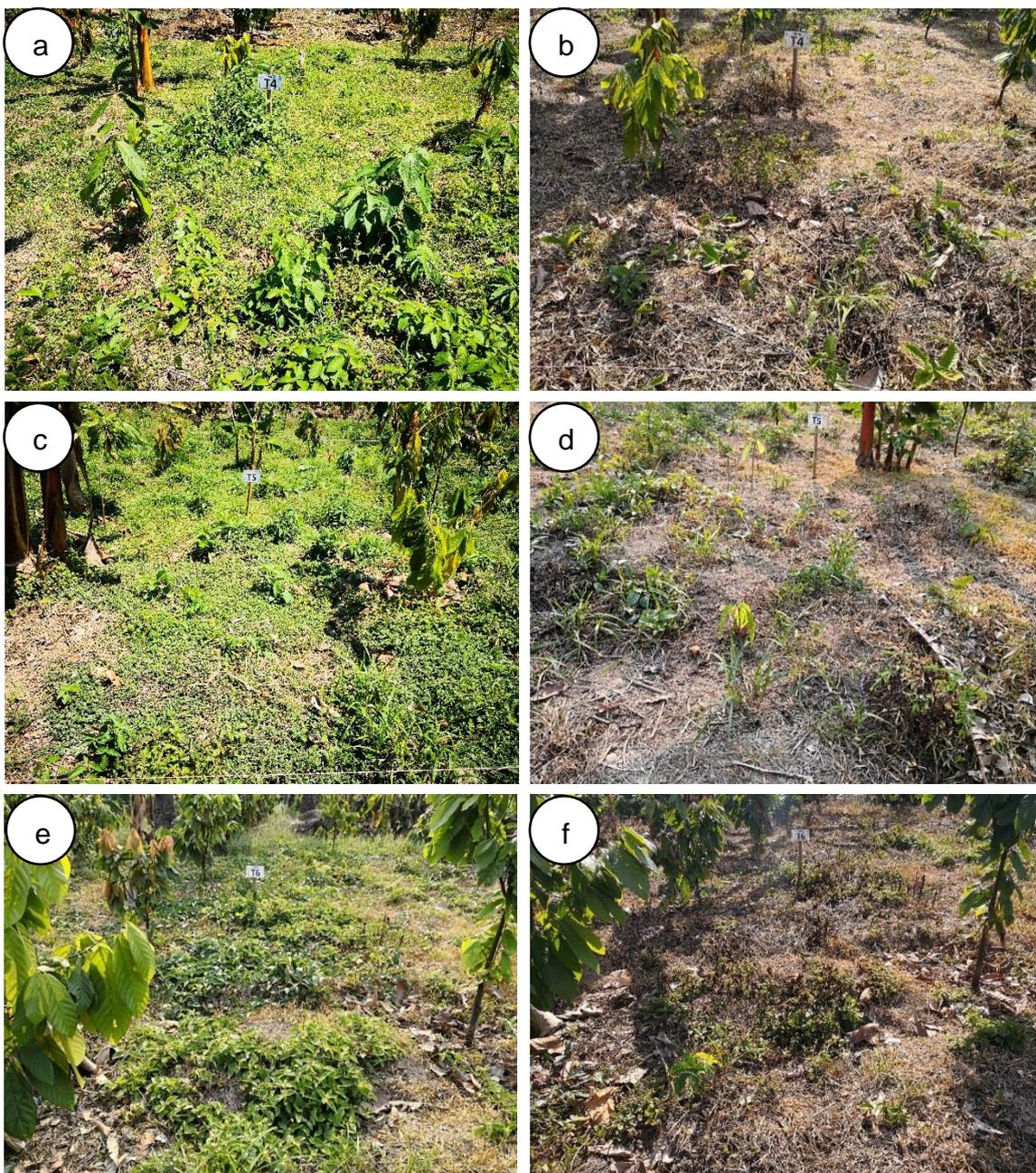


Figura 13. Vista del campo experimental en la parcela “fundo Castillo”- Tananta, provincia de Tocache 2018, antes y después de la aplicación: T₄ (Glifosato 2L/ha) a los 0 días (a) y 15 días (b), T₅ (Glifosato 3L/ha) a los 0 días (c) y 15 días (d), T₆ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄) SO₄ 2 kg/ha) a los 0 días (e) y 15 días (f).

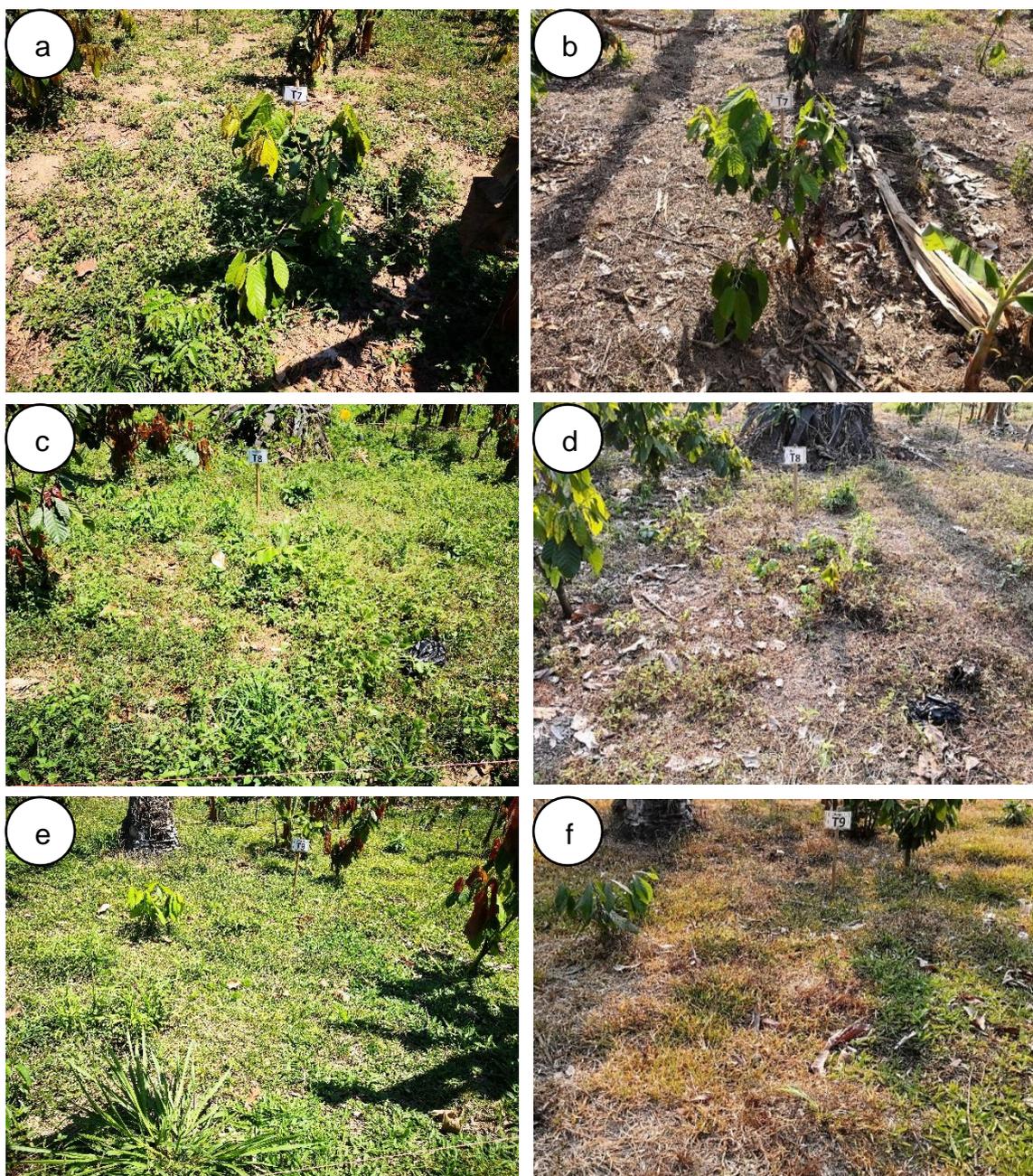


Figura 14. Vista del campo experimental en la parcela “fundo Castillo”- Tananta, provincia de Tocache 2018, antes y después de la aplicación: T₇ (Glifosato 1L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha) a los 0 días (a) y 15 días (b), T₈ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄) SO₄ 6 kg/ha) a los 0 días (c) y 15 días (d), T₉ (Glifosato 2 L/ha + (NH₄) SO₄ 2 kg/ha) a los 0 días (e) y 15 días (f).

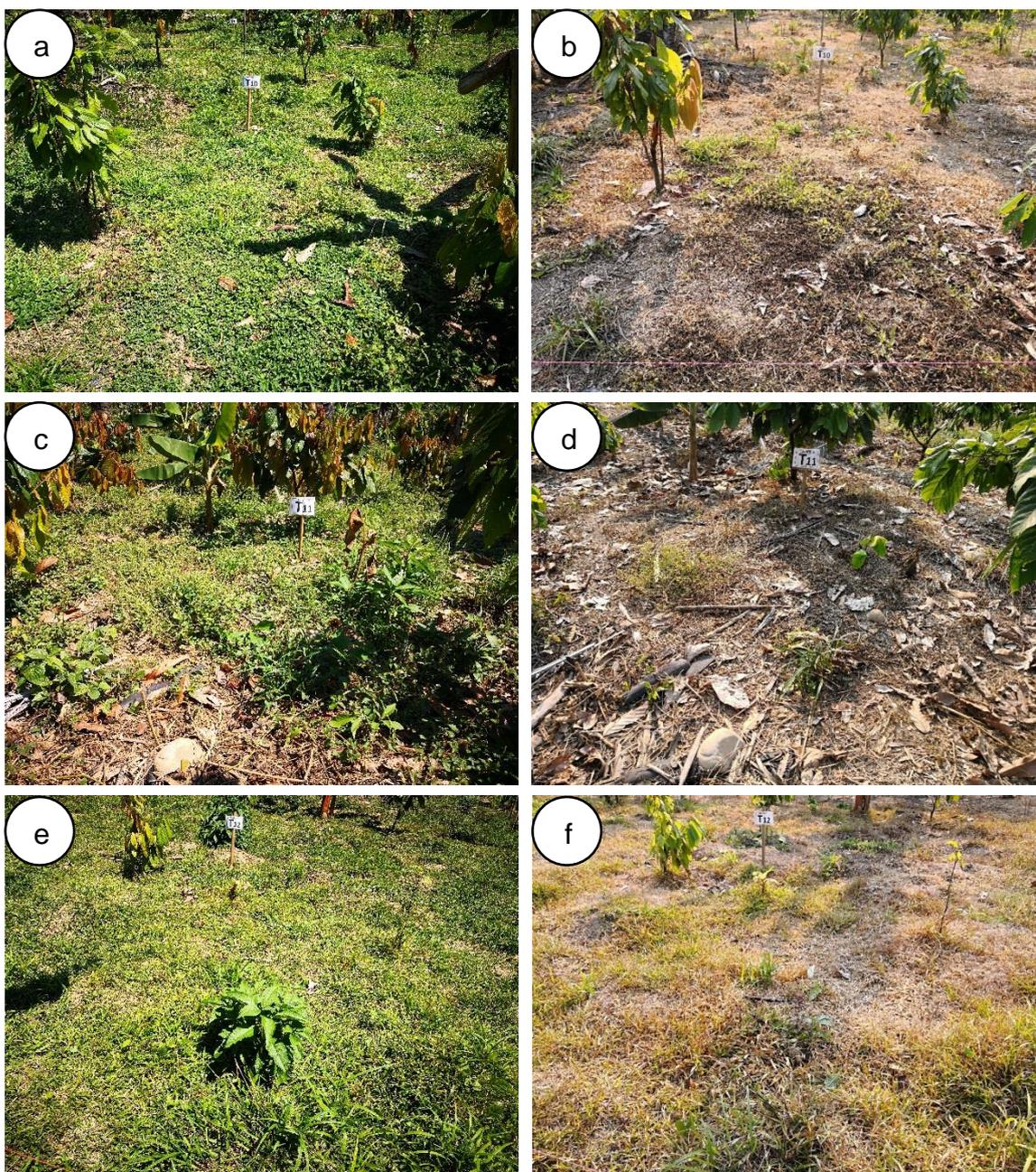


Figura 15. Vista del campo experimental en la parcela “fundo Castillo”-Tananta, provincia de Tocache 2018, antes y después de la aplicación: T₁₀ (Glifosato 2 L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha) a los 0 días (a) y 15 días (b), T₁₁ (Glifosato 2 L/ha + (NH₄) SO₄ 6 kg/ha) a los 0 días (c) y 15 días (d), T₁₂ (Glifosato 3 L /ha+ (NH₄) SO₄ 2 kg/ha) a los 0 días (e) y 15 días (f).

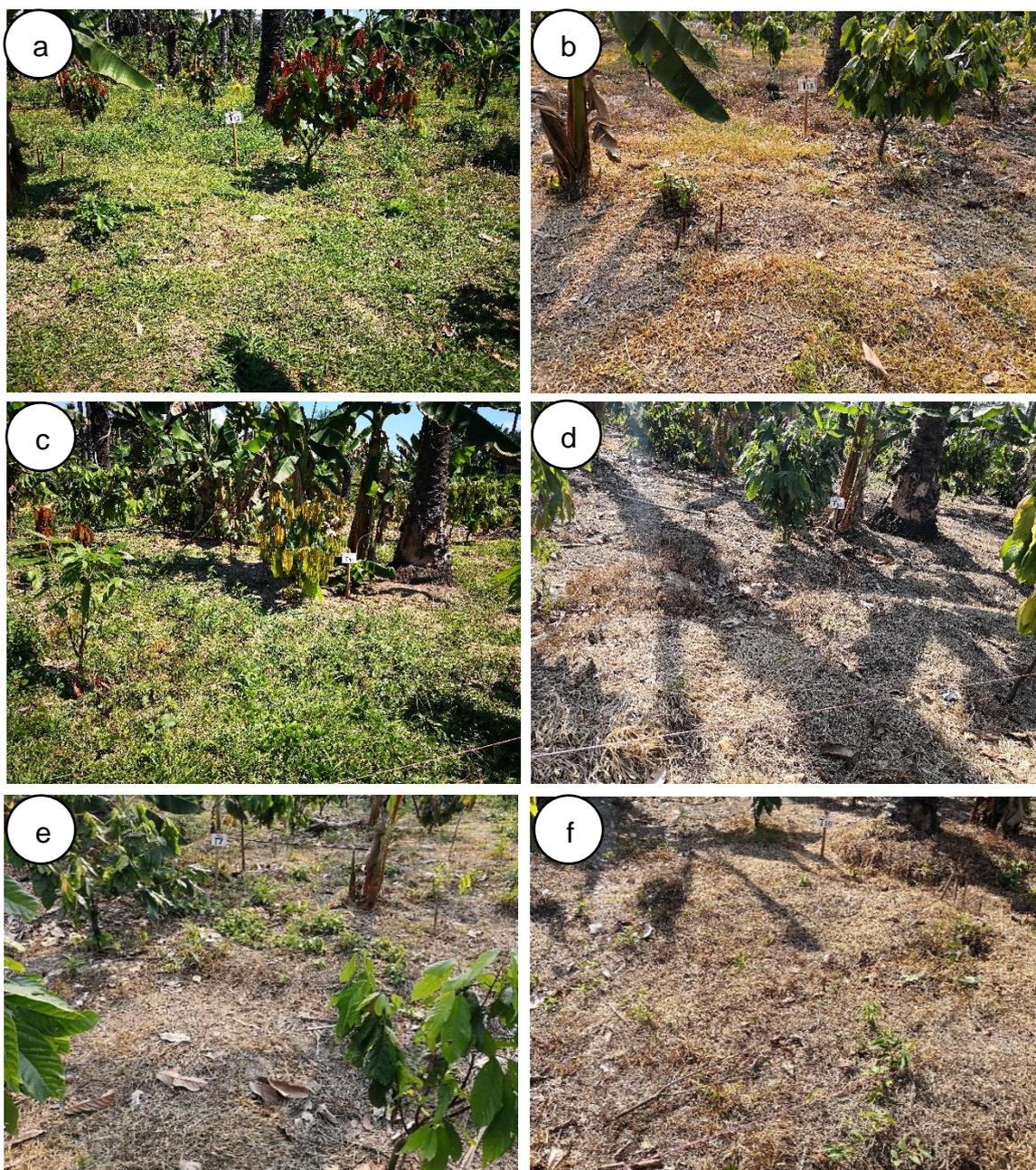


Figura 16. Vista del campo experimental en la parcela “fundo Castillo” Tananta, provincia de Tocache 2018: T₁₃ (Glifosato 3 L + (NH₄) SO₄ 4 kg) a los 0 días (a) y 15 días de la aplicación (b), T₁₄ (Glifosato 3 L + (NH₄) SO₄ 6 kg) a los 0 días (c) y 15 días (d) de la aplicación, T₇ (Glifosato 1 L + (NH₄) SO₄ 4 kg) a los 75 días (e) después de la aplicación, T₁₀ (Glifosato 1 L + (NH₄) SO₄ 4 kg) a los 75 días (f) días después de la aplicación.

4.1.3. Curva y ecuación lineal del control de las malezas

El modelo de regresión aplicado en el control de malezas en un determinado cultivo (Figura 17) nos determina la relación funcional entre el porcentaje de control de malezas y el tiempo.

Para la aplicación de glifosato en mezcla con sulfato de amonio se expresó mediante ecuaciones lineales esto debido que en la primera y segunda evaluación el porcentaje de control se incrementó llegando a un máximo potencial de control, posteriormente la tendencia es a decaer debido al incremento de rebrote y aparición de nuevas malezas, describiendo el conocido modo de acción de glifosato. Para las aplicaciones individuales de Glifosato el tratamiento T₄ (Glifosato 3L/ha) tuvo una mejor eficiencia en el primer y segundo tramo al tener una tasa de 0.6667 y -0.8317 respectivamente indicando que existe una correlación positiva entre dosis y la eficiencia del Glifosato. En el primer tramo (hasta los 30 días después de la aplicación) todas las ecuaciones lineales tienen un coeficiente de regresión lineal de 1, esto debido a que existen dos evaluaciones en la que se incrementa el porcentaje de control por lo que no podemos realizar ciertas inferencias al respecto RODRÍGUEZ (2005), menciona que si un coeficiente de determinación es igual a la unidad indica ajuste lineal perfecto, esto es debido que la variación total de la variable dependiente es explicada por el modelo de regresión, mientras que el valor cero indica la no repetitividad del modelo de regresión, lo que supone que el modelo no explica nada de la variación de la variable dependiente, no obstante se observa que para las aplicaciones de Glifosato con Sulfato de amonio las mezclas de 2 kg Sulfato de amonio con 1,2 y 3 L/ha de Glifosato fueron más eficientes en el primer tramo

al tener una tasa de 0.955, 0.666 y 0.777 respectivamente. En el segundo tramo (de 45 a 105 días después de la aplicación) las ecuaciones muestran tendencia negativa donde los mejores resultados fue mediante la aplicación de 6 kg Sulfato de amonio con 1 y 3 L/ha de Glifosato alcanzando tasas de -0.7429, -0.9365, los coeficiente de determinación fluctuaron de 0.6979 a 0.9824, cuyo valor indica que aproximadamente el 70 y 98 % de la variación en el porcentaje de control, se debe al tiempo en este experimento, según ORELLANA (2008), indica que los valores de regresión lineal cercana a la unidad nos confirman una curva de comportamiento lineal.

De los gráficos de eficiencia de herbicidas también se verifica que las aplicaciones de glifosato individualmente y en mezcla con sulfato de amonio tienen similar tendencia, sin embargo el porcentaje de control fue menor en cada evaluación con respecto a la mezcla, esto debido al efecto potenciador del sulfato de amonio y se verifica en el incremento acelerado de las malezas.

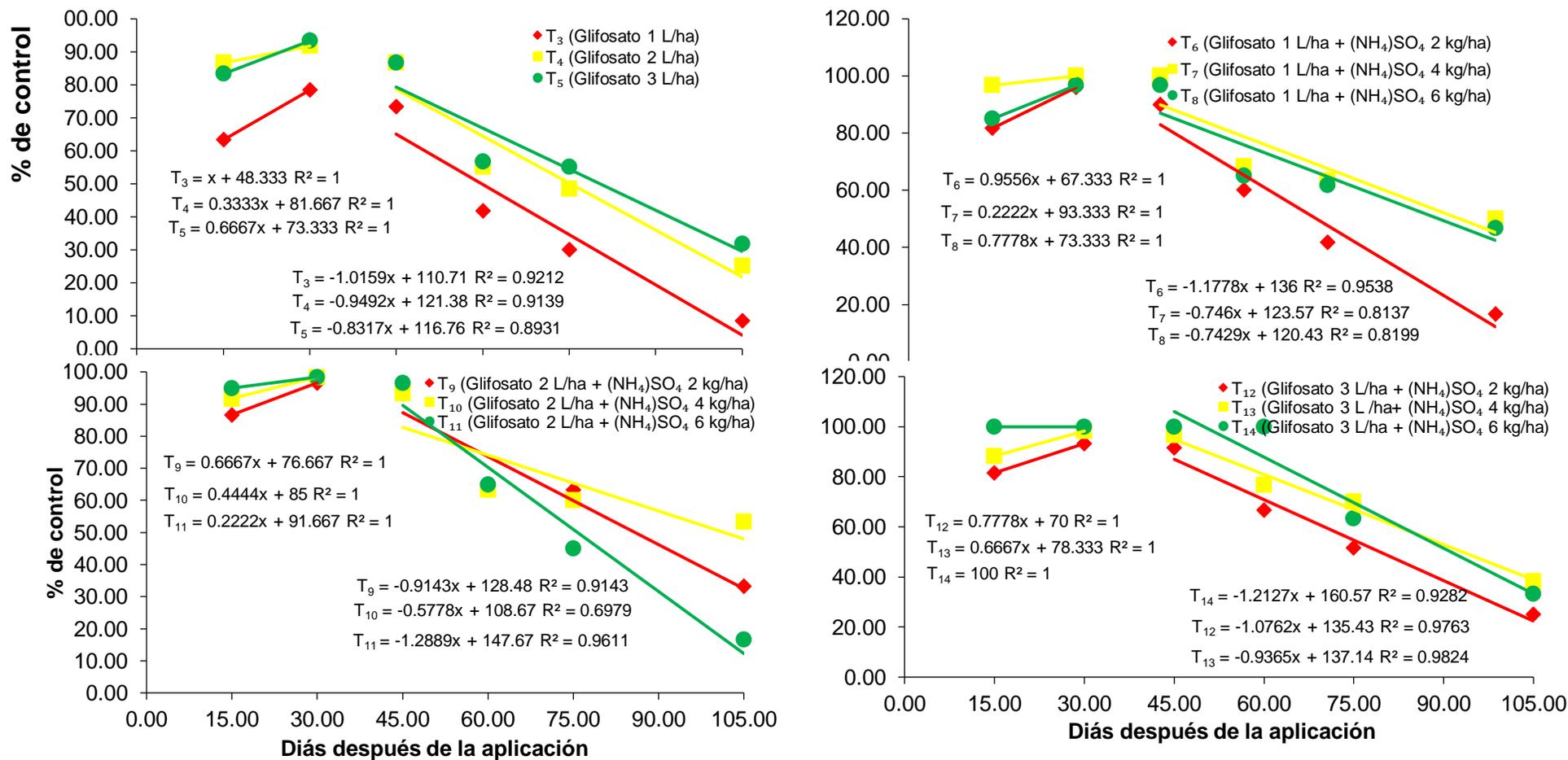


Figura 171. Curva y ecuación lineal del control de malezas a los 15, 30, 45, 60, 75 y 105 días después de la aplicación de los herbicidas en el cultivo de *Theobroma cacao* L.

4.2. Poder residual de los tratamientos

Los resultados del poder residual al ser sometidos al análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) mostraron un coeficiente de 13, 32.00, 7.29 y 11.69 % a los 60, 75, 90 y 105 DDA respectivamente (Cuadro 12), según (CALZADA, 1986), cuando un coeficiente de variabilidad mayor a 30 % los resultados son muy variables, en ese sentido se procedió a transformar $\arcsin \sqrt{\%}$, los datos en la evaluación realizada a los 75 DDA de acuerdo a lo indicado por ALTMAN y BLAND (1995), que menciona que la utilización de transformaciones es para lograr que los datos se ajusten a una distribución normal, es en muchas ocasiones la solución más natural, ya que existen gran cantidad de parámetros biológicos que tienen una distribución asimétrica, y que se convierten en aproximadamente simétricas al transformarlas mediante el logaritmo. Cuando los datos son proporciones o porcentajes de una distribución binomial, las diferencias con una distribución normal son más acusadas para valores pequeños o grandes de las proporciones, utilizándose entonces transformaciones basadas en $\arcsen\sqrt{x}$.

4.2.1. Análisis de variancia (ANVA) ($\alpha = 0.05$)

Del análisis de varianza (Cuadro 16) para el porcentaje rebrote de malezas en el cultivo de *Theobroma cacao* L. de acuerdo a la prueba de F ($\alpha = 0.05$) del ANVA no se encontró diferencias significativas entre los bloques en las dos evaluaciones realizadas, esto quiere decir que nuestros resultados obtenidos en campo no estuvieron influenciados por los bloques, es decir que el área del terreno utilizado para el experimento fue homogéneo. Por su parte para el efecto del tratamiento se encontró diferencias altamente significativas a los 60, 75, 90 y 105 después de la aplicación de los herbicidas, esto quiere decir que

uno o algunos de los tratamientos aplicados en las malezas de cacao está ejerciendo un efecto en el porcentaje de brotamientos de las malezas, como lo confirma la interpretación estadística de CALZADA (1986), en el análisis de variancia.

El coeficiente de variabilidad a los 60, 75, 90 y 105 DDA (Cuadro 12) fue menor al 25 %, esto significa según CALZADA (1986) que entre las unidades experimentales de cada tratamiento tuvieron un comportamiento con buena homogeneidad, esto puede interpretarse que el porcentaje de rebrote fue similar, de tal manera la respuesta en las evaluaciones realizadas fueron muy parecidas para cada tratamiento, para CONDO y PAZMIÑO (1986), para que los resultados sean confiables en trabajos experimentales en campo el coeficiente de variabilidad debe ser menor que 20 %, por lo tanto nuestros resultados están dentro de lo recomendado, esta disminución del valor del coeficiente de variabilidad se debe a la transformación de $\arcsin\sqrt{\%}$ realizada a los datos originales (ALTMAN y BLAND, 1995).

Cuadro 16. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el porcentaje de rebrote de malezas en el cultivo de *Theobroma cacao* L. a los 60, 75, 90 y 105 días después de la aplicación de los tratamientos, en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache, región de San Martín 2018.

Fuente variación	Cuadrados medios					F.Tab
	G.L	60 DDA	75 DDA*	90 DDA	105 DDA	
Tratamientos	13	2167.62 AS	1025.7 AS	1276.56 AS	892.54 AS	2.12
Bloque	2	4.16 NS	76.63 NS	4.16 NS	79.17 NS	3.37
Error Experimental	26	33.01	96.97	21.37	72.76	
Total	41					
C.V. (%)		13.00	20.04	7.29	11.69	

S : Existe diferencias significativas
A.S : Existe diferencias altamente significativas.
* : datos transformados a $\arcsen\sqrt{x}$

4.2.2. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$)

Al existir diferencias estadísticas significativas en el ANVA (Cuadro 12), en el porcentaje de rebrote, se procedió a realizar la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) (Cuadro 17), de donde se puede inferir que a los 60, 75, 90 y 105 DDA de los herbicidas en el cultivo de cacao, los tratamientos en mezcla (Glifosato + sulfato de amonio) mostraron superioridad con respecto de las aplicaciones individuales de glifosato.

A los 60 y 75 días los tratamientos con sulfato de amonio no muestra diferencias estadísticas con las aplicaciones individuales de Glifosato para el porcentaje de rebrote con excepción del tratamiento T₃ (Glifosato 1L/ha), no obstante el control mecánico obtiene un valor de 100 % de rebrote, es decir que no existe control, esto debido a que este tipo de control favorece el rebrote y nacencia de malezas con mayor rapidez. A los 90 y 105 días se demuestra que las aplicaciones de mezcla de sulfato de amonio con algunas dosis de Glifosato resulta con menor porcentaje de rebrote, es así que estas fluctúan en la última evaluación de 46.67 % en tratamiento T₁₀ (Glifosato 2 L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg) a 91.67 % en el tratamiento T₃ (Glifosato 1 L/ha); asimismo los tratamientos que tuvieron menor rebrote fueron T₁₀ (Glifosato 2 L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha), T₇ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha), T₈ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄) SO₄ 6 kg/ha) y T₁₃ (Glifosato 3 L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha) sin diferenciándose estadísticamente (Figura 19), esto quiere decir que existe evidencias estadísticas que el sulfato de amonio ((NH₄) SO₄) actúa en el poder residual del herbicida y al mismo tiempo regula el pH de las aguas duras por su efecto acidificante, el nitrógeno al ser aplicado por vía foliar estimula la apertura de los estomas de las hojas

(RODRÍGUEZ, 1995, JUÁREZ, 2014, RAMÍREZ, 2018) permitiendo el ingreso de las moléculas de los herbicidas a las plantas; la molécula de Sulfato $-SO_4$ reacciona con los carbonatos del agua evitando que retengan al anión –Glifosato suspendido en la solución acuosa, en herbicidas como el Glifosato, a pH 4.5 se encuentra menos ionizado, contrario a un pH mayor, por eso se busca acidificar la mezcla, llevándola a 4.5, para facilitar el paso de la molécula por la cutícula, por lo que el Sulfato de Amonio $((NH_4)_2SO_4)$ mezclado con herbicidas se vuelve una mezcla más eficiente. Con respecto al testigo se encontró que el testigo Absoluto muestra siempre 0 % de control debido a que no se le aplicó ningún tratamiento, es más bien un indicador de cuán infestado puede estar una parcela al no ser intervenido por ningún método de control. En general existe un efecto positivo del sulfato de amonio para el porcentaje de control y poder residual ya que mejora la eficiencia del control por más tiempo (Figura 19), esto es corroborado por RAMÍREZ (2018), quien realizó un experimento en el control del *Neprolepis cardifolia* (Cola de Quetzal) en el cultivo de *Musa paradisiaca* (Banano) donde la aplicación de 3 L/ha + 2 kg de sulfato de amonio resultó con mayor número de días control con un promedio de 8.94 semanas controladas sobrepasando el ciclo normal de herbicida.

Cuadro 17. Prueba de (Duncan ($\alpha= 0.05$) para el porcentaje de rebrote de malezas en el cultivo de *Theobroma cacao* L. a los 60, 75, 90 y 105 días después de la aplicación de los tratamientos, en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache, región de San Martín 2018.

Porcentaje de rebrote de malezas											
60 DDA			75 DDA			90 DDA			105 DDA		
Clave	%	Sig	Clave	%	Sig.	Clave	%	Sig.	Clave	%	Sig
T ₁₄	0	a	T ₁₃	30	a	T ₁₃	42.33	a	T ₁₀	46.67	a
T ₁₃	23.33	b	T ₁₄	36.67	a	T ₁₀	44.67	a	T ₇	50	a
T ₇	31.67	b c	T ₉	36.67	a	T ₇	45	a	T ₈	53.33	a b
T ₁₂	33.33	b c d	T ₇	36.67	a	T ₈	45	a	T ₁₃	61.67	a b c
T ₈	35	c d e	T ₈	38.33	a	T ₉	45	a	T ₁₄	66.67	b c
T ₁₁	35	c d e	T ₁₀	40	a b	T ₁₄	45	a	T ₉	66.67	b c
T ₉	36.67	c d e	T ₅	45	a b	T ₅	60	b	T ₅	68.33	b c d
T ₁₀	36.67	c d e	T ₁₂	48.33	a b	T ₁₂	60	b	T ₁₂	75	c d
T ₆	40	c d e	T ₄	51.67	a b	T ₁₁	70	c	T ₄	75	c d
T ₅	43.33	d e	T ₁₁	55	a b	T ₄	70	c	T ₁₁	83.33	d e
T ₄	45	e	T ₆	58.33	a b	T ₆	74.67	c	T ₆	83.33	d e
T ₃	58.33	f	T ₃	70	b	T ₃	85	d	T ₃	91.67	e f
T ₁	100	g	T ₁	100	c	T ₁	100	e	T ₁	100	f
T ₂	100	g	T ₂	100	c	T ₂	100	e	T ₂	100	f

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

T₁ (Control mecánico)
T₂ (Testigo)
T₃ (Glifosato1 L/ha)
T₄ (Glifosato2 L/ha)
T₅ (Glifosato3 L/ha)

T₆ (Glifosato1 L/ha + (NH₄) SO₄ 2 kg/ha)
T₇ (Glifosato1 L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha)
T₈ (Glifosato1 L/ha + (NH₄) SO₄ 6 kg/ha)
T₉ (Glifosato2 L/ha + (NH₄) SO₄ 2 kg/ha)
T₁₀ (Glifosato2 L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha)

T₁₁ (Glifosato2 L/ha + (NH₄) SO₄ 6 kg/ha)
T₁₂ (Glifosato3 L/ha + (NH₄) SO₄ 2 kg/ha)
T₁₃ (Glifosato3 L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha)
T₁₄ (Glifosato3 L/ha + (NH₄) SO₄ 6 kg/ha)

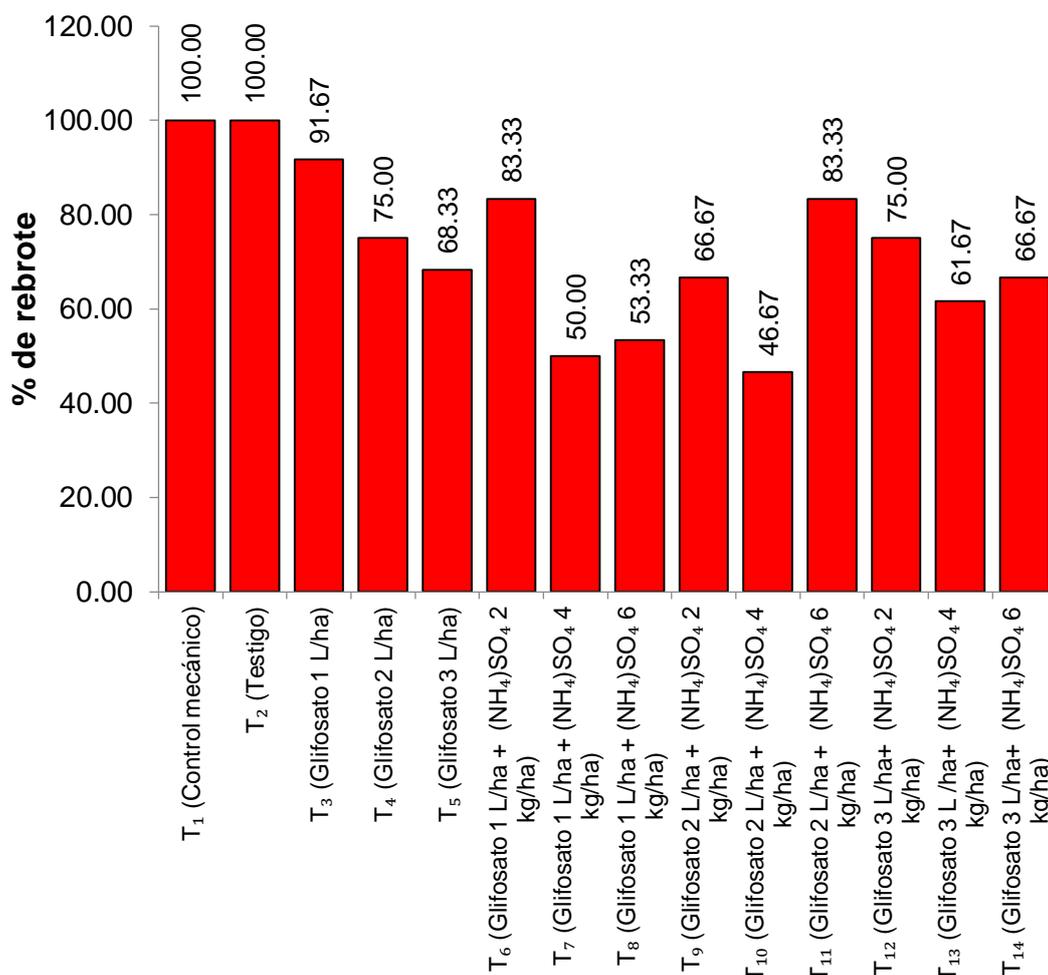


Figura 18. Porcentaje de repoblación de malezas a los 105 DDA.

4.2.3. Ecuación lineal del porcentaje de brotamiento

Tanto para las aplicaciones realizadas con glifosato y en mezcla con sulfato de amonio en forma post emergente (Figura 19), mostraron una tendencia similar para el porcentaje de brotamiento, para las aplicaciones de Glifosato individualmente la menor tasa del porcentaje de brotamiento por día es de 0.666 correspondiente al tratamiento T₃ (Glifosato 3L/ha), en cuanto a las aplicaciones en mezcla (Glifosato + sulfato de amonio), los tratamientos que lograron menores tasas de eficiencia fueron T₈ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄) SO₄ 6 kg/ha), T₁₀ (Glifosato 2

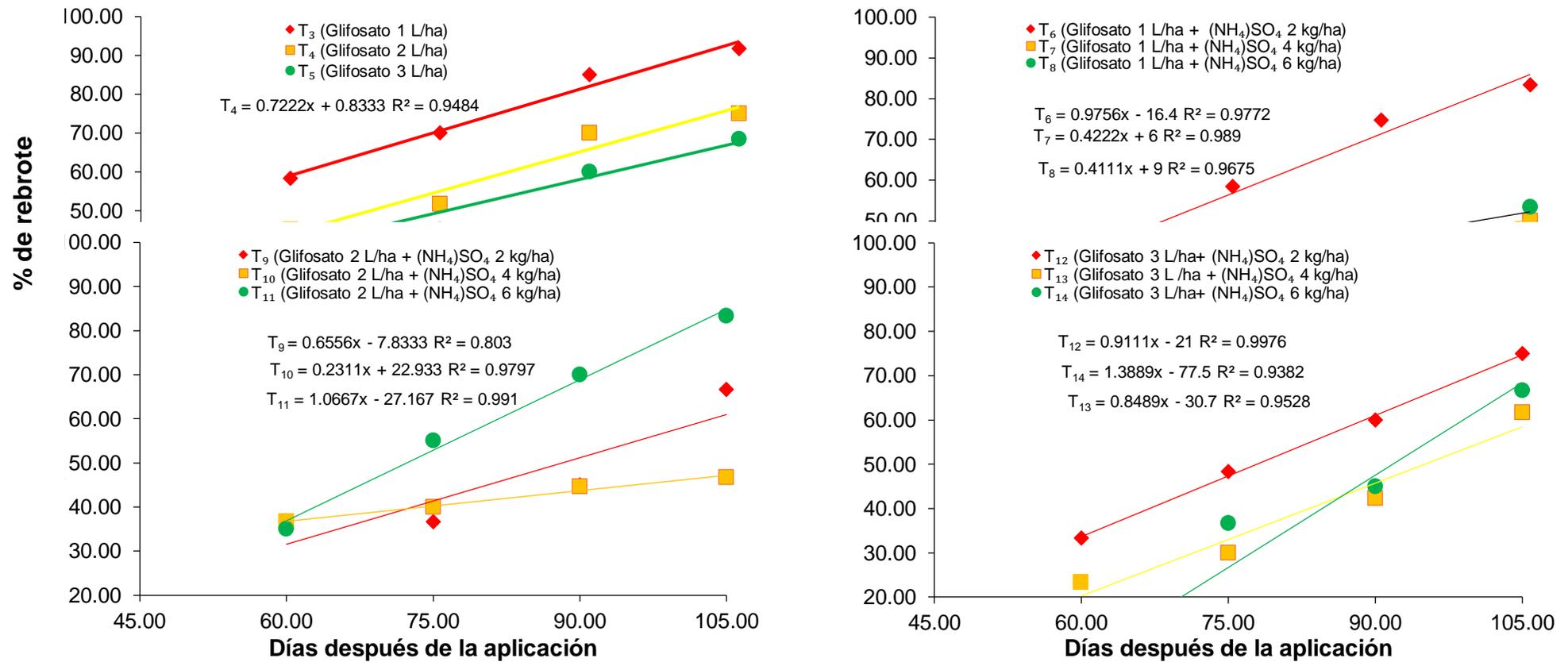


Figura 19. Ecuación lineal porcentaje de rebrote de malezas de malezas a los 15, 30, 45, 60, 75 y 105 días después de la aplicación de los herbicidas en el cultivo de *Theobroma cacao* L.

L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha) y T₁₃ (Glifosato 3 L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha) con un valor de 0.411, 0.231 y 0.848 respectivamente. Los distintos coeficientes de determinación estuvieron por encima 0.90 % (Figura 5), con excepción del tratamiento T₉ (Glifosato 2L/ha) que alcanzó un valor de 0.80 %, estos valores del coeficiente de determinación estaría confirmando que la ecuación lineal de primer grado nos permitirá explicar el porcentaje de brotamiento de las malezas en función al tiempo, al respecto GUTIÉRREZ y DE LA VARRA (2012), indica que el R² mide la proporción de la variabilidad en los datos (Y) que explica por el modelo de regresión. Para nuestro caso los valores de R² estarían indicando que 80 y 90 % de la variación observada en el porcentaje de brotamiento es explicado por el modelo.

4.3. Análisis económico

Para poder decidir el mejor herbicida de un experimento se debe tener en cuenta el costo de control, el potencial de control y el poder residual de los herbicidas, en ese sentido un herbicida ideal es aquella que tenga un buen poder residual y un bajo costo de control, esto significa no solo basta tener un herbicida con alto potencial de control sino que esta debe ser sostenible, Según ALAM (1974), los tratamientos tuvieron resultados significativos en la escala de medición cualitativa, donde están por encima del rango de bueno, por lo que todos los tratamientos resultaron de importancia agronómica. Analizando los resultados de los costos por tratamiento, respecto al efecto de control y el efecto residual, cabe indicar que para el análisis económico se considerara el número de días en que la parcela alcance el 50 % de rebrote de malezas, según esto se puede ver que la aplicación de Glifosato individualmente logra obtener un costo

por día de control de 1.46, 1.46, 1.55 S/. a un 1, 2 y 3 L/ha y al mismo tiempo obtienen un poder residual de 56.1, 71.3 y 81.4 respectivamente, mientras que las aplicaciones en mezcla lograron menores costos, siendo los mejores los tratamientos T₇ (Glifosato 1 L + (NH₄)SO₄ 4 kg.), T₈ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄)SO₄ 6 kg/ha) y T₁₀ (Glifosato 2 L/ha + (NH₄)SO₄ 4 kg/ha), al obtener un costo de 0.81, 0.86 y 0.98, al mismo tiempo que lograron un poder residual de 105, 101 y 109 días (Cuadro 18), esto quiere decir que el sulfato de amonio logra prolongar el efecto de control en promedio 50 días más por lo que económicamente es más rentable. Al respecto RODRIGUES (1995), menciona que el sulfato de amonio mezclado con herbicidas se vuelve más eficiente y obtiene un costo beneficio hasta un 25 % menor que utilizar solo los herbicidas.

Cuadro 18. Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Precio del producto por tratamiento S/.)	Mano de obra (jornal)	Precio de mano de obra(S/.)	Costo control (S/.)	Potencial de control (%)	Poder residual (DC ₅₀ %)	Costo de tratamientos S/. Por día de control.
T ₁	0	1.50	30.00	45.00	76.67	33.50	1.34
T ₂	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T ₃	22(1)	2.00	30.00	82.00	78.33	56.10	1.46
T ₄	22(2)	2.00	30.00	104.00	91.67	71.30	1.46
T ₅	22(3)	2.00	30.00	126.00	93.33	81.40	1.55
T ₆	22(1) + 0.8(2)	2.00	30.00	83.60	96.00	68.20	1.23
T ₇	22(1) + 0.8(4)	2.00	30.00	85.20	100.00	105.00	0.81
T ₈	22(1) + 0.8(6)	2.00	30.00	86.80	96.67	101.00	0.86
T ₉	22(2) + 0.8(2)	2.00	30.00	105.60	96.67	88.30	1.20
T ₁₀	22(2) + 0.8(4)	2.00	30.00	107.20	98.33	109.00	0.98
T ₁₁	22(2) + 0.8(6)	2.00	30.00	108.80	98.33	80.00	1.36
T ₁₂	22(3) + 0.8(2)	2.00	30.00	127.60	93.33	76.90	1.66
T ₁₃	22(3) + 0.8(4)	2.00	30.00	129.20	98.33	93.90	1.38
T ₁₄	22(3) + 0.8(6)	2.00	30.00	130.80	100.00	88.30	1.48
T ₁ (Control mecánico)							
T ₂ (Testigo)							
T ₃ (Glifosato1 L/ha)							
T ₄ (Glifosato2 L/ha)							
T ₅ (Glifosato3 L/ha)							
T ₆ (Glifosato1 L/ha + (NH ₄) SO ₄ 2 kg/ha)							
T ₇ (Glifosato1 L/ha + (NH ₄) SO ₄ 4 kg/ha)							
T ₈ (Glifosato1 L/ha + (NH ₄) SO ₄ 6 kg/ha)							
T ₉ (Glifosato2 L/ha + (NH ₄) SO ₄ 2 kg/ha)							
T ₁₀ (Glifosato2 L/ha + (NH ₄) SO ₄ 4 kg/ha)							
T ₁₁ (Glifosato2 L/ha + (NH ₄) SO ₄ 6 kg/ha)							
T ₁₂ (Glifosato3 L/ha + (NH ₄) SO ₄ 2 kg/ha)							
T ₁₃ (Glifosato3 L/ha + (NH ₄) SO ₄ 4 kg/ha)							
T ₁₄ (Glifosato3 L/ha + (NH ₄) SO ₄ 6 kg/ha)							

V. CONCLUSIONES

- 1 Para el efecto de control se encontró que los mejores tratamientos fueron el T₁₄ (Glifosato 3 L/ha + (NH₄)SO₄ 6 kg/ha), T₇ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄)SO₄ 4 kg/ha), T₁₀ (Glifosato 2 L/ha + (NH₄)SO₄ 4 kg/ha), T₁₁ (Glifosato 2 L/ha + (NH₄)SO₄ 6 kg/ha), T₁₃ (Glifosato 3 L/ha + (NH₄)SO₄ 4 kg/ha), T₈ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄)SO₄ 6 kg/ha), T₉ (Glifosato 2 L/ha + (NH₄)SO₄ 2 kg/ha), T₆ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄)SO₄ 2 kg/ha), T₁₂ (Glifosato 3 L/ha + (NH₄)SO₄ 2 kg/ha), T₅ (Glifosato 3 L/ha) y T₄ (Glifosato 2 L/ha) alcanzando más del 90 % de control sin diferenciarse estadísticamente.
- 2 Se determinó que a los 105 días, el T₁₀ (Glifosato 2 L/ha + (NH₄)SO₄ 4 kg/ha), T₇ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄)SO₄ 4 kg/ha), T₈ (Glifosato 1 L + (NH₄)SO₄ 6 kg/ha) y T₁₃ (Glifosato 3 L/ha + (NH₄)SO₄ 4 kg/ha) resultaron los mejores tratamientos al tener mayor poder residual con 46.67, 50.00, 53.33 y 61.67 % de rebrote de malezas respectivamente, mientras que las aplicaciones individuales de Glifosato alcanzaron más 68 % de rebrote.
- 3 En el análisis económico se encontró que los mejores tratamientos fueron el T₇ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄)SO₄ 4 kg/ha), T₈ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄)SO₄ 6 kg/ha) y T₁₀ (Glifosato 2 L/ha + (NH₄)SO₄ 4 kg/ha), al obtener un costo de control por día de 0.81, 0.86 y 0.98, al mismo tiempo que lograron un poder residual de 105, 101 y 109 días respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para el control de malezas en cacao mejores se recomienda la aplicación de las siguientes mezclas: Glifosato 1 L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha), Glifosato 1 L/ha + (NH₄) SO₄ 6 kg/ha y Glifosato 2 L/ha + (NH₄) SO₄ 4 kg/ha, ya generan menos costo de control, además logran prolongar el efecto de control en promedio 50 días más por lo que económicamente es más rentable.
2. Se recomienda generar investigaciones sobre distintas dosis y métodos de control donde no sea necesario la utilización de herbicidas químicos, sino que considere otras alternativas orgánicas y que sean amigables con el medio ambiente para poder cumplir con los requisitos de certificaciones ambientales y de exportación.

VII. RESUMEN

El experimento se ejecutó en el centro poblado de Tananta , ubicado en el distrito y provincia de Tocache, departamento de San Martín, ubicado a unos 18 kilómetros de la ciudad de Tocache, cuyas coordenadas son E 18 L 328439, N 9102956 y altitud de 438.84 msnm. Se presentó una precipitación promedio de 207.56 mm, y una temperatura promedio máxima y mínima de 31.74 y 21.09 °C respectivamente. Los objetivos del trabajo fue evaluar el efecto de control del Glifosato mezclado con sulfato de amonio para el control de malezas en el cultivo de cacao en fase de desarrollo. Los tratamientos estuvieron conformado por aplicaciones individuales de glifosato (1,2 y 3 L/ha) y en mezcla con sulfato de amonio (2, 4 y 6 kg/ha), asimismo se consideraron en control mecánico y un testigo absoluto que es sin control. El Diseño experimental empleado fue el Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 14 tratamientos y 3 repeticiones y para la comparación de los promedios se utilizó la prueba de Duncan, con el nivel de significación de 0.05. Los parámetros que se evaluaron fueron: Porcentaje de control de malezas antes de la aplicación de los herbicidas, el efecto potencial, momento de aplicación de los herbicidas, el efecto potencial de control se midió a los 15, 30, 45 y 60 días, el efecto residual a los 75, 105 días y el costo de aplicación.

Al final de la investigación se encontró que para el efecto de control se encontró que las aplicaciones de glifosato (2 y 3 L/ha) en mezcla con sulfato de amonio (1, 2 y 3 kg/ha) alcanzaron más de 90 % de control de malezas, mientras las aplicaciones individuales de Glifosato alcanzó un potencial de control por debajo del 86 %. Se determinó que a los 105 días, la aplicación de 1 L/ha de Glifosato en mezcla con sulfato de amonio (4 y 6 kg/ha) y 2 L/ha de Glifosato en mezcla con 4 kg/ha de

sulfato de amonio resultaron con mayor poder residual al tener un porcentaje de rebrote 50.00, 53.33 y 46.67 %, respectivamente, mientras que las aplicaciones individuales de alcanzaron 100 % de rebrote. En el análisis económico se encontró que los mejores tratamientos fueron el T₇ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄)SO₄ 4 kg/ha), T₈ (Glifosato 1 L/ha + (NH₄)SO₄ 6 kg/ha) y T₁₀ (Glifosato 2 L/ha + (NH₄)SO₄ 4 kg/ha), al obtener un costo de control por día de 0.81, 0.86 y 0.98, al mismo tiempo que lograron un poder residual de 105, 101 y 109 días respectivamente.

ABSTRACT

The experiment was carried out in the town center of Tananta, located in the district and province of Tocache, department of San Martín, located about 18 kilometers from the city of Tocache, whose coordinates are E 18 L 328439, N 9102956 and altitude of 438.84 masl. There was an average rainfall of 207.56 mm, and a maximum and minimum average temperature of 31.74 ° C and 21.09 ° C respectively. The objectives of the work were to evaluate the control effect of glyphosate mixed with ammonium sulfate for weed control in the growing cocoa crop. The treatments were made up of individual applications of glyphosate (1.2 and 3 L/ha) and mixed with ammonium sulfate (2, 4 and 6 kg / ha), they were also considered in mechanical control and an absolute control that is without control. The experimental design used was the Completely Random Blocks (DBCA), with 14 treatments and 3 repetitions and for the comparison of the averages the Duncan test was used, with the significance level of 0.05. The parameters that were evaluated were: Weed control percentage before herbicide application, potential effect, time of herbicide application, potential control effect was measured at 15, 30, 45 and 60 days, residual effect at 75, 105 days and the application cost.

At the end of the investigation it was found that for the control effect it was found that the applications of glyphosate (2 and 3 L/ha) in mixture with ammonium sulfate (1, 2 and 3 kg/ha) reached more than 90 % of weed control, while individual applications of glyphosate reached a control potential below 86 %. It was determined that at 105 days, the application of 1 L/ha of Glyphosate in mixture with ammonium sulfate (4 and 6 kg/ha) and 2 L/ha of Glyphosate in

mixture with 4 kg / ha of ammonium sulfate resulted with greater residual power by having a 50.00, 53.33 and 46.67 % regrowth percentage, respectively, while the individual applications reached 100 % regrowth. In the economic analysis it was found that the best treatments were T₇ (Glyphosate 1 L/ha + (NH₄)SO₄ 4 kg/ha), T₈ (Glyphosate 1 L/ha + (NH₄)SO₄ 6 kg/ha) And T₁₀ (Glyphosate 2 L/ha + (NH₄)SO₄ 4 kg/ha), When obtaining a cost of control per day of 0.81, 0.86 and 0.98, while achieving a residual power of 105, 101 and 109 days respectively.

VIII. BLIBIOGRAFÍA

1. AGROVIDA Armonía con el medio ambiente y el usuario. 2010. Uso seguro y eficaz de plaguicidas. Lima, Perú. 33p. ([En línea]: (<https://www.cropscience.bayer.pe/es-PE/AgroServicios/AgroVida.aspx>, revisado el 30 de marzo del 2020).
2. ALAM, 1974. Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. Resumen del panel sobre Método de Evaluación de Control de Malezas en Latinoamérica. II. Congreso ALAM, Cali, Colombia. Enero. pp. 6 – 12.
3. ALFARO, R.; RODRÍGUEZ, M., y BOLAÑOS, J. 2001. Evaluación de once Mezclas de Herbicidas para el control de *Rottboellia cochinchinensis* y otras malezas en Hda. Tempisque S.A., Guanacaste. Editado por Liga Agrícola e Industrial de la Caña de Azúcar - Dirección Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). Grecia, Costa Rica. 15 p.
4. ALTMAN, D. G y BLAND, J.M. The 1995. Normal distribution. *BMJ*. 310:298.
5. ARAÚJO, A.; MONTEIRO, R., y ABARKELI, R. 2003. Effect of glyphosate on microbial activity of two Brazilian soil. *Chemosphere*, 52: 799-804.
6. BAERSON, S.; RODRIQUEZ, D.; TRAN, M.; FENG, Y.; BIEST, N., y DILL, G. 2002. Glyphosate-resistant goosegrass. Identification of a mutation in the target enzyme 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase. *Plant Physiol.*, 129: 1265-1275.

7. BAFTA, F.; CARRERAS, N.; MARTÍNEZ, J., y MASSOLO, M. 2017. Proyecto final: sulfato de amonio. Editado por la Universidad Tecnológica Nacional. Buenos Aires, Argentina. 287 p.
8. BARRIENTOS, P. 2015. La cadena de valor del cacao en Perú y su oportunidad en el mercado mundial. *Semestre Económico*, 18 (37): 129 – 156.
9. BARTLEY, B. 2005. The genetic diversity of cocoa and its utilization. CABI Publishing, Oxford shire-U.K. 1ed. 337 p.
10. BLANCO, M. 2006. Efecto de cuatro herbicidas pre-emergentes sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* a nivel de invernadero en cuatro órdenes de suelo dedicados al cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Costa Rica. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. 116 p.
11. CALDERÓN, M.; QUINTANA, M.; LOPEZ, A.; HERMOSÍN, M., y CORNEJO, J. 2005. Estudio preliminar sobre el comportamiento del herbicida glifosato en dos suelos de Extremadura. En: VII Jornadas de investigación en la zona no saturada del suelo, 7: 24-28.
12. CALZADA, B.J. 1986. Métodos estadísticos para la investigación. 5ed. Ed. Milagros. Lima, Perú. 673 p.
13. CCORAHUA, 2019. Eficiencia de tres herbicidas sistémicos con diferentes dosis en el control de puka kora (*Rumex acetosella*) COMUNIDAD Tintay - Distrito Kishuara - Provincia Andahuaylas – Apurímac. Tesis para optar el grado de ingeniero agropecuario. Universidad Antonio Abad del Cuzco.

Apurímac, Perú. 81 p. [En línea]: (http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/4548/253T20190535_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y, documento en PDF revisado el 19 de junio del 2020).

14. CEDEÑO, J. 2015. Efectividad del tamaño de las gotas y el uso de adyuvantes en el control de malezas. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Zamorano, Honduras. 27 p.
15. CERNA, B. 2013. Ciencia y tecnología de malezas. UPAO. Trujillo Perú. Libertad E.I.R.L. 429 p.
16. CERNA, B., y PINNA, J. 2006. Manejo cultural de malezas anuales en caña de azúcar soca (*Saccharum spp.*) en la parte baja del valle Chicama, Perú. Rev. Sciendo, 9 (2): 57 – 64.
17. CERNA, B.; ROBLES, J., y LEON, N. 2008. Período crítico de competencia de malezas con el cultivo de caupí *Vigna unguiculata* L. bajo condiciones de siembra en húmedo. Rev. Pueblo Continente – UPAO, 19(1): 7 – 15.
18. CERNA, L. 2013. Ciencia y tecnología de malezas. Primera edición. Editado por el Fondo Editorial de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO). Trujillo, Perú. 429 p.
19. CID, R. 2014. Coadyuvantes. En: aplicación eficiente de adyuvantes. Editado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Buenos Aires, Argentina. 13 p.

20. CONDO, P y PAZMIÑO, G. 2015. Diseño de experimentos en el desarrollo del conocimiento científico de las ciencias agropecuarias. Instituto de investigaciones. Ecuador, Riobamba. Ecuador. 500 p.
21. CROPLIFE. 2012. Implementación del manejo integrado de malezas para los cultivos tolerantes a herbicidas. Editado por CropLife International aisbl. Bruselas, Bélgica. 66 p.
22. DÍAZ, A. 2015. Potencial de manejo post-emergente de malezas con alternativas de extractos vegetales. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México. 79 p.
23. DILL, G. 2005. Glyphosate-resistant crops: History, status and future. *Pest Manag. Sci.*, 61: 219-224.
24. DISAGRO. 1994. Suplemento Prensa Libre, beneficios del SAM en el suelo, ([En línea]: (<http://www.disagro.com/es>, documento en PDF revisado el 12 de abril del 2020).
25. DUBON, A, 2015. Control de malezas en el cultivo de cacao. Informativo N°2, INFOCACAO. Atlántida, Honduras. 4 p. [En línea]: (<https://tinyurl.com/ycyvncgy>, documento en PDF revisado el 30 de marzo del 2020).
26. DUKE, S., y POWLES, S. 2008. Glyphosate: A once in a century herbicide. *Pest Management Science*, 64: 319-325.
27. ESPINOZA, G.; HERNÁNDEZ, C y MORALES, J. 2013. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar). Manual de Malezas y Catálogo de Herbicidas Para el Cultivo

- de la Caña de Azúcar en Guatemala. Guatemala. 97 p. [En línea]:
(<https://cengicana.org/files/20150902101640359.pdf>, documento en PDF revisado el 18 de junio del 2020).
28. ESPINOZA, I., RODRÍGUEZ, E. y MENDT, R. 1995. Guía de Teoría de Protección Vegetal II. U.C.V., Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. pp: 14 – 50. [En línea]:
(<http://vinculando.org/ecologia/estudio-de-la-biologia-de-las-malezas.html.pdf>, revisado el 18 de junio del 2020).
29. ESTELA VEGA-CHRISTIE, M. (2012). El caso de la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo (Coopain): expresión de biocomercio en el Perú. Tesis para optar el grado de Magíster en Biocomercio y Desarrollo Sostenible. Lima: Escuela de Posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú.
30. FACCINI, D., y PURICELLI, E. 2010. Efecto de la dureza del agua y del sulfato de amonio sobre la eficacia de herbicidas de barbecho químico en *Carduus acanthoides* y *Conyza bonariensis*. Ciencias Agronómicas, 16 (10): 13 – 16.
31. FERNÁNDEZ, V.; SOTIROPOULOS, T., y BROWN, P. 2015. Formulaciones y adyuvantes en: fertilización foliar, principios científicos y práctica de campo. Editado por Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (IFA). Paris, Francia. Pp. 37 – 48.
32. FORERO, C.; RODRÍGUEZ, E., y FUENTES, C. 2004. Detección de residuos biodisponibles de glifosato en aguas y suelos: Optimización

- de una técnica de bioensayo con plantas indicadoras. *Agronomía Colombiana*, 22 (1): 63-73.
33. GARITA, I., VALVERDE, B. E., CHACÓN, L.A., DE LA CRUZ, R., RICHES, C.R. y CASELEY, J.C. 1995. Occurrence of propanil resistance in *Echinochloa colona* in Central America. Proc. Brighton Crop Protection Conference - Weeds 1: 193-196. USA
34. GARCÍA, L. 2001. El uso de herbicidas y las medidas Agro- Ambientales. Madrid. *Revista Agricultura*. No 831: 665-667. Disponible en Internet: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Agri/Agri_2001_831665_667.pdf [Consultado 16 de Marzo 2020].
35. GARCÍA, T. y FERNÁNDEZ, Q. 1991 *Fundamento de la mala hierba y herbicidas*. Editora Mundi Prensa Madrid, España. 196 p.
36. GARRAFA, D. 2018. Control del “callacaz” (*Tessaria integrifolia* R. & P.) con herbosato (glifosato) más urea, nitrato de amonio y sulfato de amonio. Tesis para optar título de Ingeniera Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú. 123 p.
37. GIMSING, A.; BORGGAARD, O.; JACOBSEN, O.; AAMAND, J. y SÓRENSEN, J. 2004. Chemical and microbiological soil characteristics controlling glyphosate mineralisation in Danish surface soil. *Appl. Soil Ecol.*, 27: 233-242.
38. GÓMEZ, W. 2016. Identificación de arvenses presentes en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Montalvo, Vinces y Urdaneta. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 178 p.

39. GUTIÉRREZ, H. y DE LA VARA, R. 2012. Análisis y diseño de experimentos. Tercera edición. Editorial MC Graw Hill. 489 p
40. GUTIÉRREZ, H. y DE LA VARA, R. 2012. Análisis y diseño de experimentos. Tercera edición. Editorial MC Graw Hill. 489 p.
41. HONEY, R.; SENSEMAN, S.; HONS, F., y; ZUBERER, D. 2000. Effect of glyphosate on soil microbial activity and biomass. *Weed Science*, 48: 89-93.
42. HELFGOTT, S. 1997. El cultivo de la caña de azúcar en la Costa Peruana. UNALM. LIMA- PERÚ. 495 p.
43. INEI, 2020. Informe técnico: producción nacional. Informe N° 2 – Febrero 2020. Editado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Lima, Perú. 70 p.
44. INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM (ITIS). 2020. ITIS Report, *Theobroma cacao* L. Número de serie taxonómico: 505487. ([En línea]: <https://tinyurl.com/y7pu5tdj>, publicación en la web de Integrated Taxonomic Information System (ITIS), revisado el 27 de febrero del 2020).
45. ISLAS, Q. 2013. Determinación de glifosato y ácido aminometilfosfónico en suelos mediante HPLC con derivatización pre-columna. Tesis para optar el título de Maestría en Química. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, México. 89 p.
46. JUÁRES, S. 2014. Efectos sinérgicos del sulfato de amonio y el glifosato N-(Fosfometil) Glicina sobre el control de malezas en el cultivo de Banano, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar, Coatepeque, Guatemala. 48 p.

47. JUÁREZ, S. 2014. Efectos sinérgicos del sulfato de amonio y el glifosato N-(Fosfometil) glicina sobre el control de malezas en el cultivo de banano; Ayutla, San Marcos (1997-2012). Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo con énfasis en Cultivos Tropicales. Universidad Rafael Landívar. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 48 p.
48. KAHL, M.; PURICELLI, E.; NICCIA, E.; SAN ROMÁN, L.; ALANIS, J., y HASS, W. 2016. Relevamiento de la calidad de agua para uso en las aplicaciones agrícolas en la región centro-oeste de Entre Ríos- Editado por Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Entre Ríos, Argentina. 15 p.
49. KOGAN, M. 2001. Uso de adyuvantes para disminuir el efecto del lavado del glifosato desde el follaje de *Cyperus rotundus* L. Ciencia e Investigación Agraria, 28 (3): 151 - 156.
50. KOGAN, M. 2006. Herbicidas: fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Dinámica de los herbicidas aplicados al follaje y factores determinantes de su actividad. Editado por la Universidad Católica de Chile Santiago de Chile, Chile. Pp. 118-132.
51. KOGAN, M. y PÉREZ, A. 2003. Fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción de los herbicidas. Editorial Universidad Católica de Chile. Chile 192 p.
52. LEIVA, P. 1995. Manejo en la deriva en la aplicación de agroquímicos. Carp. Produc. Vegetal. INTA, EEA. Pergamino, SERIE: Generalidades, Tomo XIV (Información N° 139, Setiembre, Ed: Puig.). Lima, Perú 6 p.
53. LEÓN, J. 2018. El 93% de la producción peruana de cacao se concentra en siete regiones. Editado en Agencia Agraria de Noticias (Agraria.pe).

Lima, Perú. ([En línea]: (<https://tinyurl.com/yaxxk4n7>, documento en la web de la Agencia Agraria de noticias, publicado 15 de marzo del 2018 y revisado el 30 de marzo del 2020).

54. MARÍN, J., ANDRADES, M.; SÁNCHEZ, M., y RODRÍGUEZ, M. 2012. Dissipation of fungicides in a vineyard soil amended with different spent mushroom substrates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60: 6936-6945.
55. MEDRANO, C. 1996. Control de malezas en frutales. *Rev., Facultad de Agronomía. (Maracay) Alcance* 50:131 - 140. [En línea]: (http://150.187.103.120/revfacagronluz.org.ve/html/fagroluz/v16_6/v166z002.html, revisado el 30 de marzo del 2019).
56. METZLER, M.; KAHL, M., y AHUMADA, M. 2015. Interacción de la mezcla de glifosato + saflufenacil con diferentes coadyuvantes y volúmenes de aplicación. En: serie extensión digital – actualización técnica soja.
57. MOYANO, E. 2015. Estudio de los efectos del herbicida Triasulfurón sobre la estructura y composición de la microbiota edáfica en suelos enmendados con materia orgánica. Tesis para optar el título de Máster en Ingeniería Agronómica. Universidad de Salamanca. Salamanca, España. 60 p.
58. NELAWAJA, J.D.; MATYSIAK, R; FREEMAN, T.P. 1992. Spray dropet residual of glyphosate in various carriers. *Weed Sci.*40: 575 – 58.
59. NELSON, D., y COX, M. 2005. Principios de bioquímica. Cuarta edición. Editorial Omega S.A. Barcelona, España. 1119 p.

60. NOROÑA, C. 2018. Determinación de la fitotoxicidad del mucilago de la semilla de cacao CCN-51 sobre las malezas en el cultivo de cacao. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 101 p.
61. ORELLANA, L. 2008. Regresión lineal simple. [En línea]: Regresión lineal, ([http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2011/1/clase%20regresion %20simple.pdf](http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2011/1/clase%20regresion%20simple.pdf), pdf, documento 19 noviembre 2019).
62. PAPA, J. y BRUNO, M. 2006. Determinación del efecto activador del sulfato de amonio y el de un coadyuvante comercial. Manejo y control de malezas de la EEA. Oliveros INTA. 4 p.
63. PETROFF, R. 2000. Water Quality and Pesticide Performance. Montana State University Extension Service. California Estados Unidos. 24 p. [En línea]: (, revisado el 31 de marzo del 2020).
64. PITTY, A. 1997. Modo de acción de los herbicidas. In: A. Pitty (ed) Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de Malezas. Zamorano Academic Press. p 256-257. [En línea]: (https://catalogo.zamorano.edu/cgi-bin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=18825&shelfbrowse_itemnumber=25881, revisado el 8 de enero del 2020).
65. RAMÍREZ, F. 2016. Resistencia al glifosato en biotipos de zacate cabezón (*Paspalum paniculatum* L.) de la Región del Caribe de Costa Rica. Uniciencia, 30 (2): 75-85.
66. RAMÍREZ, G. 2018. Eficacia del glifosato con sulfato de amonio para el control del helecho cola de quetzal (*Neprolepis cardifolia*) en banano;

- Tiquisate, Escuintla. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Rafael Landívar. Guatemala, Guatemala. 73 p.
67. 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 para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 96 p.
68. RODRIGUEZ, 2011, Efecto de tres herbicidas y diferentes dosis en el control de malezas en el cultivo de plátano (*Musa sp.*) en Tingo María. Tesis para optar el grado de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria, Perú. 107 p.
69. RODRÍGUEZ, J. 1995. Fisiología da cana de açúcar. Sao Paulo. Universida estadual Paulista.
70. RODRÍGUEZ, M. E. 2005. Errores frecuentes en la interpretación del coeficiente de determinación lineal. Anuario jurídico y económico escurialense 38: 315-331.
71. RODRÍGUEZ, N. 2000. Calidad de agua y agroquímicos. Boletín de divulgación técnica N° 68. Editado por Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Entre Ríos, Argentina. 10 p.
72. RODRÍGUEZ, N. 2005. Estrategias de intervención de tecnología en la aplicación de herbicidas. Cosecha gruesa, 18: 105-109.
73. RODRÍGUEZ, T. E. 2000. Protección y sanidad vegetal, Sección 2: Combate y control de malezas, Facultad de Agronomía de la Universidad central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 37 p. [En línea]:

unipamplona,

(http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_4/mod_virtuales/modulo3/3.pdf, 25, Noviembre del 2019)

74. ROJAS, G y VÁZQUEZ, G. 1995. Manual de Herbicidas y Fitoreguladores, Aplicación y uso de productos agrícolas. Edit Uteha, Mexico. 157 Pág.
75. ROMERO, C., y URREGO, E. 2016. Estudio del cacao en el Perú y en el mundo: Un análisis de la producción y el comercio. Editado por el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). Lima, Perú. 90 p.
76. ROSALES, E. y SÁNCHEZ, R. 2006. Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. INIFAP. Folleto técnico N° 35. [En línea]: (<http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/handle/123456789/686>, revisado el 2 de junio del 2020).
77. SANDBERG, L. ; MEGGIT, W. ; PENNER, D. 1978. Effect of diluent volume and calcium on glyphosate phytotoxicity. Weeds 28: 477-479.
78. SANCHEZ, C. F. 2018. Alternativas para el control de malezas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en el cantón Montalvo. Tesis para optar título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador. 41 p.
79. SANTILLÁN, M. 2017. Manual de malezas presentes en cultivos de importancia económica del Ecuador. Editado por Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD). Quito, Ecuador. 258 p.
80. SCHÜTTE, G.; ECKERSTORFER, M.; RASTELLI, V.; REICHENBECHER, W.; RESTREPO, S.; RUOHONEN, M.; WUEST, A., y MERTENS, M.

2017. Herbicide resistance and biodiversity: agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide-resistant plants. *Environ Sci Eur.*, 29 (5): 1-12.
81. SCURSONI, J. 2009. Malezas. Concepto: identificación y manejo en sistemas cultivados. Buenos Aires, Argentina. p. 30 – 45.
82. SILVA, J.; SILVA, J.; FERREIRA, L., y FERREIRA, F. 2007. Herbicidas: Absorcao, translocacao, metabolismo, formulacao e misturas. In: SILVA, A., y SILVA, J. (Eds.). Tópicos em manejo de plantas daninhas. Universidade Federal de Vicosa. Brasil. 367 p.
83. TQC. 2020. Ficha técnica de Bazuka. ([En línea]: <https://tinyurl.com/y95kvp9t>, publicación en la web de TQZ, revisado el 27 de abril del 2020).
84. URGILÉS, J. D. 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 para optar título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. 73 p.
85. USQUIANO, M. 2006. Efecto potencial de la atrazina en mezcla con herbicidas en el control de malezas en cítricos en Tingo Maria. Tesis para optar el grado de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria. Perú. 103 p
86. VILLANUEVA, J. 2006. Control químico de malezas en praderas tropicales. Folleto técnico N° 6, primera edición. Editado por el Centro de

Investigación Regional del Pacífico Centro Sitio Experimental "El Verdineño". México. 42 p.

87. VITTA, J.; FACCINI, D.; LEGUIZAMÓN E.; NISENSOHN, L.; PAPA, J.C.; PURICELLI, E. Y TUESCA D. 2004. Herbicidas Características y Fundamentos de su Actividad. UNR Editora. El rosario, Argentina. 83 p.
88. WATANABE, T. y SALAS, P. 2008. Efecto de sulfato de amonio en la eficiencia del herbicida glyphosate para el control de *Ipomoea grandifolia* L., Investigación agraria. 10:1.

IX. ANEXO

Cuadro 19. Datos originales del porcentaje de control de malezas en el cultivo de cacao a los 15 días después de aplicar los tratamientos, en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache 2018.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Prom.
T ₁	80.00	70.00	80.00	76.70
T ₂	0.00	0.00	0.00	0.00
T ₃	50.00	70.00	70.00	63.30
T ₄	90.00	90.00	80.00	86.70
T ₅	100.00	70.00	80.00	83.30
T ₆	70.00	95.00	80.00	81.70
T ₇	100.00	90.00	100.00	96.70
T ₈	95.00	90.0	70.00	85.00
T ₉	90.00	90.00	80.00	86.70
T ₁₀	95.00	90.00	90.00	91.70
T ₁₁	90.00	100.00	95.00	95.00
T ₁₂	50.00	100.00	95.00	81.70
T ₁₃	100.00	75.00	90.00	88.30
T ₁₄	100.00	100.00	100.00	100.00

Cuadro 20. Datos originales del porcentaje de control de malezas en el cultivo de cacao a los 30 días después de aplicar los tratamientos, en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache 2018.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Prom.
T ₁	60.00	50.00	60.00	56.70
T ₂	0.00	0.00	0.00	0.00
T ₃	60.00	95.00	80.00	78.30
T ₄	90.00	95.00	90.00	91.70
T ₅	100.00	90.00	90.00	93.30
T ₆	90.00	100.00	98.00	96.00
T ₇	100.00	100.0	100.00	100.00
T ₈	100.00	95.00	95.00	96.70
T ₉	100.00	95.00	95.00	96.70
T ₁₀	100.00	95.00	100.00	98.30
T ₁₁	95.00	100.00	100.00	98.30
T ₁₂	80.00	100.00	100.00	93.30
T ₁₃	100.00	95.00	100.00	98.30
T ₁₄	100.00	100.00	100.00	100.00

Cuadro 21. Datos originales del porcentaje de control de malezas en el cultivo de cacao a los 45 días después de aplicar los tratamientos, en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache 2018.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Prom.
T ₁	30.00	20.00	30.00	26.70
T ₂	0.00	0.00	0.00	0.00
T ₃	55.00	90.00	75.00	73.30
T ₄	80.00	80.00	100.00	86.70
T ₅	90.00	80.00	90.00	86.70
T ₆	80.00	90.00	100.00	90.00
T ₇	100.00	100.00	100.00	100.00
T ₈	90.00	100.00	100.00	96.70
T ₉	90.00	90.00	100.00	93.30
T ₁₀	90.00	90.00	100.00	93.30
T ₁₁	100.00	90.00	100.00	96.70
T ₁₂	85.00	90.00	100.00	91.70
T ₁₃	100.00	90.00	100.00	96.70
T ₁₄	100.00	100.00	100.00	100.00

Cuadro 22. Datos originales del porcentaje de control de malezas en el cultivo de cacao a los 60 días después de aplicar los tratamientos, en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache 2018.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Prom.
T ₁	0.00	0.00	0.00	0.00
T ₂	0.00	0.00	0.00	0.00
T ₃	50.00	25.00	50.00	41.70
T ₄	50.00	55.00	60.00	55.00
T ₅	55.00	60.00	55.00	56.70
T ₆	60.00	55.00	65.00	60.00
T ₇	65.00	70.00	70.00	68.30
T ₈	65.00	70.00	60.00	65.00
T ₉	70.00	60.00	60.00	63.30
T ₁₀	60.00	70.00	60.00	63.30
T ₁₁	65.00	70.00	60.00	65.00
T ₁₂	65.00	65.00	70.00	66.70
T ₁₃	70.00	80.00	80.00	76.70
T ₁₄	100.00	100.00	100.00	100.00

Cuadro 23. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas en el cultivo de cacao a los 75 días después de aplicar los tratamientos, en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache 2018.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Prom.
T ₁	100.0	100.00	100.00	100.00
T ₂	100.00	100.00	100.00	100.00
T ₃	85.00	75.00	50.00	70.00
T ₄	75.00	50.00	30.00	51.70
T ₅	50.00	60.00	25.00	45.00
T ₆	75.00	50.00	50.00	58.30
T ₇	35.00	35.00	40.00	36.70
T ₈	35.00	40.00	40.00	38.30
T ₉	20.00	50.00	40.00	36.70
T ₁₀	40.00	40.00	40.0	40.00
T ₁₁	75.00	40.00	50.00	55.00
T ₁₂	75.00	50.00	20.00	48.30
T ₁₃	20.00	20.00	50.00	30.00
T ₁₄	10.00	50.00	50.00	36.70

Cuadro 24. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas en el cultivo de cacao a los 105 días después de aplicar los tratamientos, en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache 2018.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Prom.
T ₁	100.00	100.00	100.00	100.00
T ₂	100.00	100.00	100.00	100.00
T ₃	100.00	100.00	75.00	91.70
T ₄	100.00	75.00	50.00	75.00
T ₅	70.00	70.00	65.00	68.30
T ₆	85.00	80.00	85.00	83.30
T ₇	50.00	50.00	50.00	50.00
T ₈	50.00	50.00	60.00	53.30
T ₉	60.00	70.00	70.00	66.70
T ₁₀	50.00	50.00	40.00	46.70
T ₁₁	85.00	80.00	85.00	83.30
T ₁₂	80.00	75.00	70.00	75.00
T ₁₃	60.00	60.00	65.00	61.70
T ₁₄	60.00	70.00	70.00	66.70

Cuadro 25. Datos originales del pH del suelo en el cultivo de cacao antes de aplicar los tratamientos, en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache 2018.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Prom.
T ₁	4.42	4.55	4.96	4.65
T ₂	4.31	4.76	4.75	4.61
T ₃	5.62	4.43	4.57	4.88
T ₄	4.64	4.65	4.56	4.62
T ₅	4.25	4.93	4.80	4.66
T ₆	4.91	4.45	4.11	4.49
T ₇	4.74	4.47	4.84	4.68
T ₈	4.58	4.70	4.6	4.63
T ₉	4.77	4.51	4.62	4.63
T ₁₀	4.79	4.75	4.20	4.58
T ₁₁	4.80	5.04	4.47	4.77
T ₁₂	5.37	4.65	4.77	4.93
T ₁₃	4.22	4.20	4.88	4.43
T ₁₄	4.53	4.41	4.77	4.57

Cuadro 26. Datos originales del pH del suelo en el cultivo de cacao a los 105 días después de aplicar los tratamientos, en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache 2018.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Prom.
T ₁	4.42	4.56	4.94	4.64
T ₂	4.32	4.78	4.74	4.61
T ₃	5.60	4.44	4.0	4.88
T ₄	4.66	4.64	4.59	4.63
T ₅	4.24	4.94	4.81	4.66
T ₆	4.95	4.47	4.14	4.52
T ₇	4.72	4.45	4.81	4.66
T ₈	4.62	4.74	4.61	4.66
T ₉	4.68	4.44	4.58	4.56
T ₁₀	4.83	4.77	4.26	4.62
T ₁₁	4.77	5.01	4.44	4.74
T ₁₂	5.42	4.69	4.82	4.98
T ₁₃	4.17	4.16	4.84	4.39
T ₁₄	4.57	4.45	4.82	4.61

Cuadro 272. Análisis de varianza ($\alpha= 0.05$) del porcentaje control de malezas a los 15 DDA de los herbicidas, en el cultivo de cacao.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F.Tab
Tratamiento	13	23780.95	1829.30 AS	13.40	2.12
Bloque	2	19.05	9.52 NS	0.07	3.37
Error	26	3547.62	136.44		
Total	41	27347.62			

C.V. (%) : 14.64

N.S : No existe significación estadística.

A.S : Existe diferencias altamente significativas.

Cuadro 28. Análisis de varianza ($\alpha= 0.05$) del porcentaje control de malezas a los 30 DDA de los herbicidas, en el cultivo de cacao.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F.Tab
Tratamiento	13	28883.74	2221.82 AS	51.69	2.12
Bloque	2	55.19	27.59 NS	0.64	3.37
Error	26	1117.48	42.98		
Total	41	30056.40			

C.V. (%) : 7.66

N.S : No existe significación estadística.

A.S : Existe diferencias altamente significativas.

Cuadro 29. Análisis de varianza ($\alpha= 0.05$) del porcentaje control de malezas a los 45 DDA de los herbicidas, en el cultivo de cacao.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F.Tab
Tratamiento	13	34779.20	2675.32 AS	56.89	2.12
Bloque	2	444.10	222.02 S	4.72	3.37
Error	26	1222.61	47.02		
Total	41	36445.8			

C.V. (%) : 8.48

N.S : No existe significación estadística.

A.S : Existe diferencias significativas.

Cuadro 30. Análisis de varianza ($\alpha= 0.05$) del porcentaje control de malezas a los 60 DDA de los herbicidas, en el cultivo de cacao.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.		F. Cal.	F.Tab
Tratamiento	13	28179.17	2167.63	AS	65.66	2.12
Bloque	2	8.33	4.17	NS	0.13	3.37
Error	26	858.33	33.01			
Total	41	29045.83				

C.V. (%) : 10.29

N.S : No existe significación estadística.

A.S : Existe diferencias altamente significativas.

Cuadro 31. Análisis de varianza ($\alpha= 0.05$) del porcentaje de rebrote de malezas a los 60 DDA de los herbicidas, en el cultivo de cacao.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.		F. Cal.	F.Tab
Tratamiento	13	28179.1667	2167.6282	AS	65.6602	2.12
Bloque	2	8.3333	4.1667	NS	0.1262	3.37
Error	26	858.3333	33.0128			
Total	41	29045.83				

C.V. (%) : 13.00

N.S : No existe significación estadística.

A.S : Existe diferencias altamente significativas.

Cuadro 32. Análisis de varianza ($\alpha= 0.05$) del porcentaje de rebrote de malezas a los 75 DDA de los herbicidas, en el cultivo de cacao.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.		F. Cal.	F.Tab
Tratamiento	13	13333.68	1025.67	AS	10.58	2.12
Bloque	2	153.25	76.63	NS	0.79	3.37
Error	26	2521.12	96.97			
Total	41	16008.10				

C.V. (%) : 20.04

N.S : No existe significación estadística.

A.S : Existe diferencias altamente significativas.

Cuadro 33. Análisis de varianza ($\alpha= 0.05$) del porcentaje de rebrote de malezas a los 90 DDA de los herbicidas, en el cultivo de cacao.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.		F. Cal.	F.Tab
Tratamiento	13	16595.3333	1276.56	AS	59.7313	2.12
Bloque	2	8.3333	4.166	NS	0.1950	3.37
Error	26	555.6667	21.37			
Total	41	17159.3333				

C.V. (%) : 7.29

N.S : No existe significación estadística.

A.S : Existe diferencias altamente significativas.

Cuadro 34. Análisis de varianza ($\alpha= 0.05$) del porcentaje de rebrote de malezas a los 105 DDA de los herbicidas, en el cultivo de cacao.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.		F. Cal.	F.Tab
Tratamiento	13	11602.98	892.53	AS	12.26	2.12
Bloque	2	158.33	79.16	NS	1.08	3.37
Error	26	1891.67	72.75			
Total	41	13652.98				

C.V. (%) : 11.69

N.S : No existe significación estadística.

A.S : Existe diferencias altamente significativas.

Cuadro 35. Análisis de varianza ($\alpha= 0.05$) para el pH del suelo antes de la aplicación de los herbicidas, en el cultivo de cacao.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.		F. Cal.	F.Tab
Tratamiento	13	0.7	0.05	NS	0.50	2.12
Bloque	2	0.08	0.04	NS	0.38	3.37
Error	26	2.8	0.11			
Total	41	3.58				

C.V. (%) : 7.05

N.S : No existe significación estadística.

A.S : Existe diferencias altamente significativas.

Cuadro 36. Análisis de varianza ($\alpha= 0.05$) para el pH del suelo después de la aplicación de los herbicidas, en el cultivo de cacao.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.		F. Cal.	F.Tab
Tratamiento	13	0.79	0.06	NS	0.58	2.12
Bloque	2	0.08	0.04	NS	0.37	3.37
Error	26	2.74	0.11			
Total	41	3.61				

C.V. (%) : 6.98

N.S : No existe significación estadística.

A.S : Existe diferencias altamente significativas.

Cuadro 37. Porcentaje promedio del control de malezas a los 15, 30, 45, 60, 75 y 105 DDA de los herbicidas, en el cultivo de cacao, en el centro poblado de Tananta, provincia de Tocache 2018.

Días	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄
15	76.67	0.00	63.33	86.67	83.33	81.67	96.67	85.00	86.67	91.67	95.00	81.67	88.33	100.00
30	56.67	0.00	78.33	91.67	93.33	96.00	100.00	96.67	96.67	98.33	98.33	93.33	98.33	100.00
45	26.67	0.00	73.33	86.67	86.67	90.00	100.00	96.67	93.33	93.33	96.67	91.67	96.67	100.00
60	0.00	0.00	41.67	55.00	56.67	60.00	68.33	65.00	63.33	63.33	65.00	66.67	76.67	100.00
75	0.00	0.00	30.00	48.33	55.00	41.67	63.33	61.67	63.33	60.00	45.00	51.67	70.00	63.33
105	0.00	0.00	8.33	25.00	31.67	16.67	50.00	46.67	33.33	53.33	16.67	25.00	38.33	33.33

Cuadro 38. Porcentaje promedio de rebrote a los 15, 30, 45, 60, 75 y 105 DDA de los herbicidas, en el cultivo de cacao.

Días	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄
15	23.33	100.00	36.67	13.33	16.67	18.33	3.33	15.00	13.33	8.33	5.00	18.33	11.67	0.00
30	43.33	100.00	21.67	8.33	6.67	4.00	0.00	3.33	3.33	1.67	1.67	6.67	1.67	0.00
45	73.33	100.00	26.67	13.33	13.33	10.00	0.00	3.33	6.67	6.67	3.33	8.33	3.33	0.00
60	100.00	100.00	58.33	45.00	43.33	40.00	31.67	35.00	36.67	36.67	35.00	33.33	23.33	0.00
75	100.00	100.00	70.00	51.67	45.00	58.33	36.67	38.33	36.67	40.00	55.00	48.33	30.00	36.67
105	100.00	100.00	91.67	75.00	68.33	83.33	50.00	53.33	66.67	46.67	83.33	75.00	61.67	66.67



Figura 20. Dosis de los Tratamientos listos para la mezcla.



Figura 21. Visita del miembro de jurado al campo experimental luego de 15 días de la aplicación de los tratamientos.

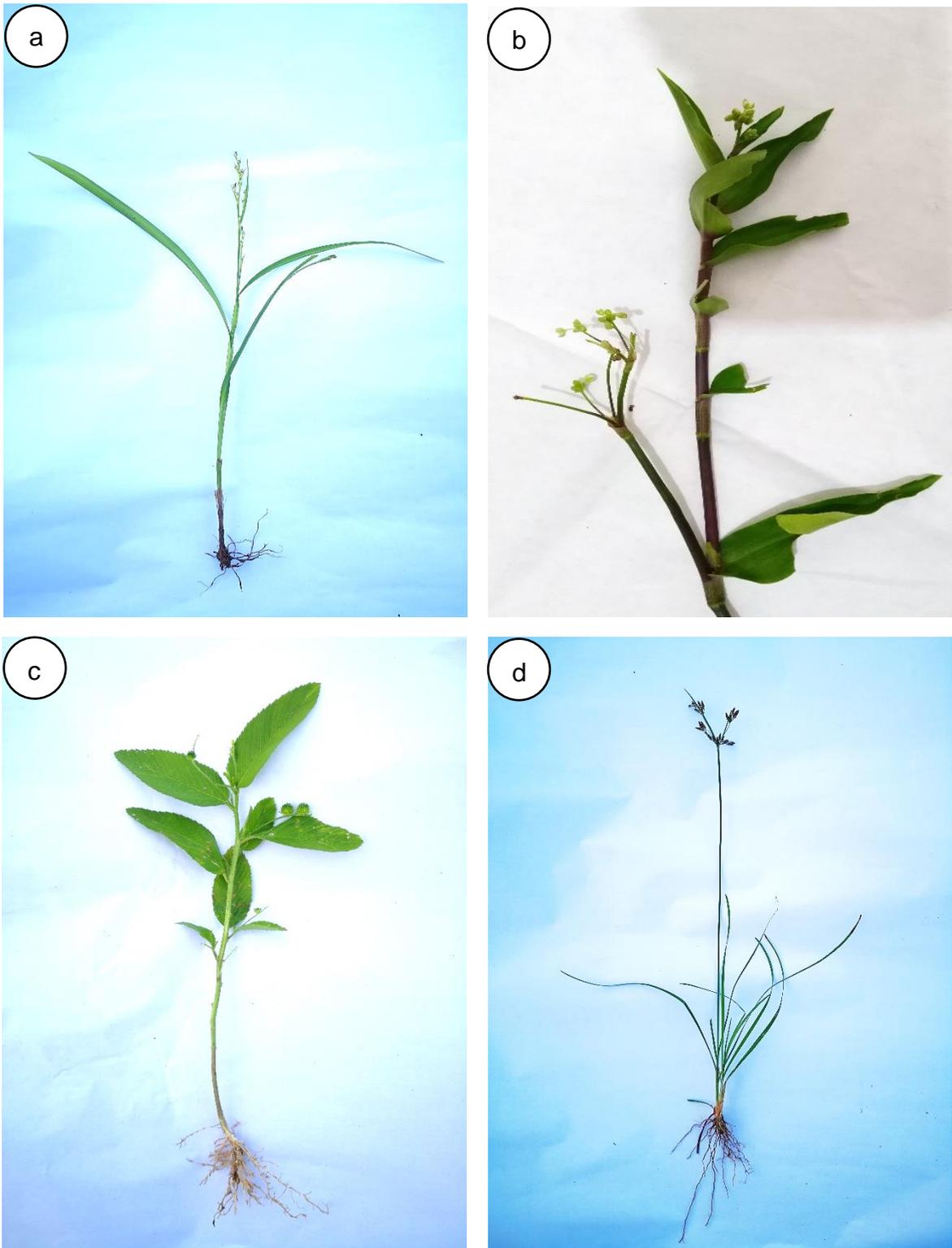


Figura 22. a. *Scleria pterota* C. Presl ex C.B. Clarke (Navajuela), b. *Commelina erecta* L. (Commelina), c. *Caperonia palustris* (L.) A. St.-Hil. (Botoncillo), d. *Cyperus rotundus* L. (Coquito).



Figura 23. a. *Lantana camara* L. (frutilla), b. *Achyranthes indica* L. (Rabo de chanco), c. *Verbena officinalis* L. (Verbena), d. *Elephanfohus* sp. (Mata pasto).



Figura 24. a. *Phyllanthus niruri* L. (Chanca piedra), b. *Clidemia japurensis* DC. (Indicador pH), c. *Digitaria sanguinalis* L. (Pata de gallina), d. *Paspalum conjugatum* P.J. Bergius (Torurco).

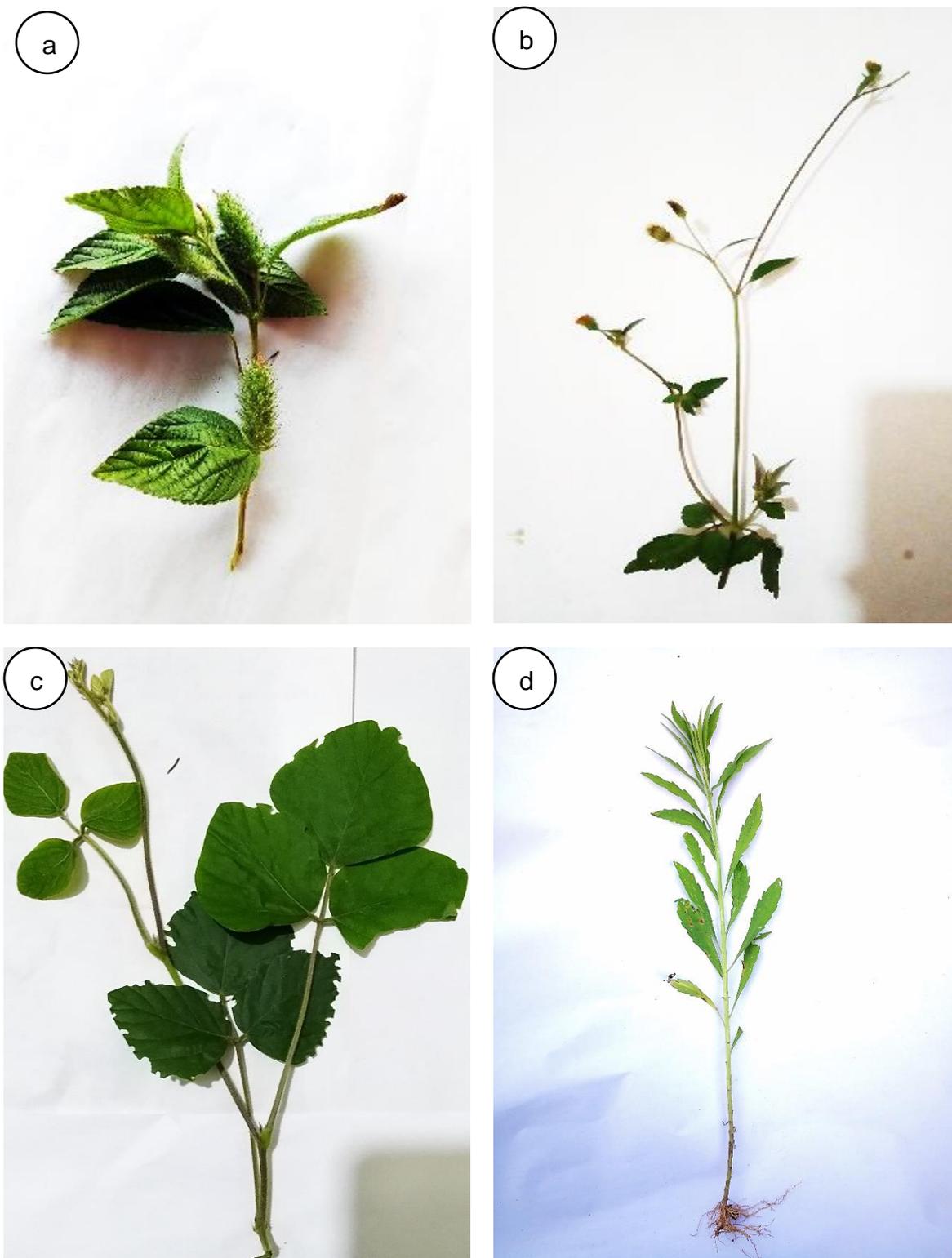


Figura 25. a. *Acalypha arvensis* Poepp. (Hierba del gusano), b. *Bidens pilosa* L. (Cadillo), c. *Pueraria phaseoloides* L. (Kudzú), d. *Melampodium divaricatum* Nicholson (Pinceli).

MAPA DE UBICACIÓN

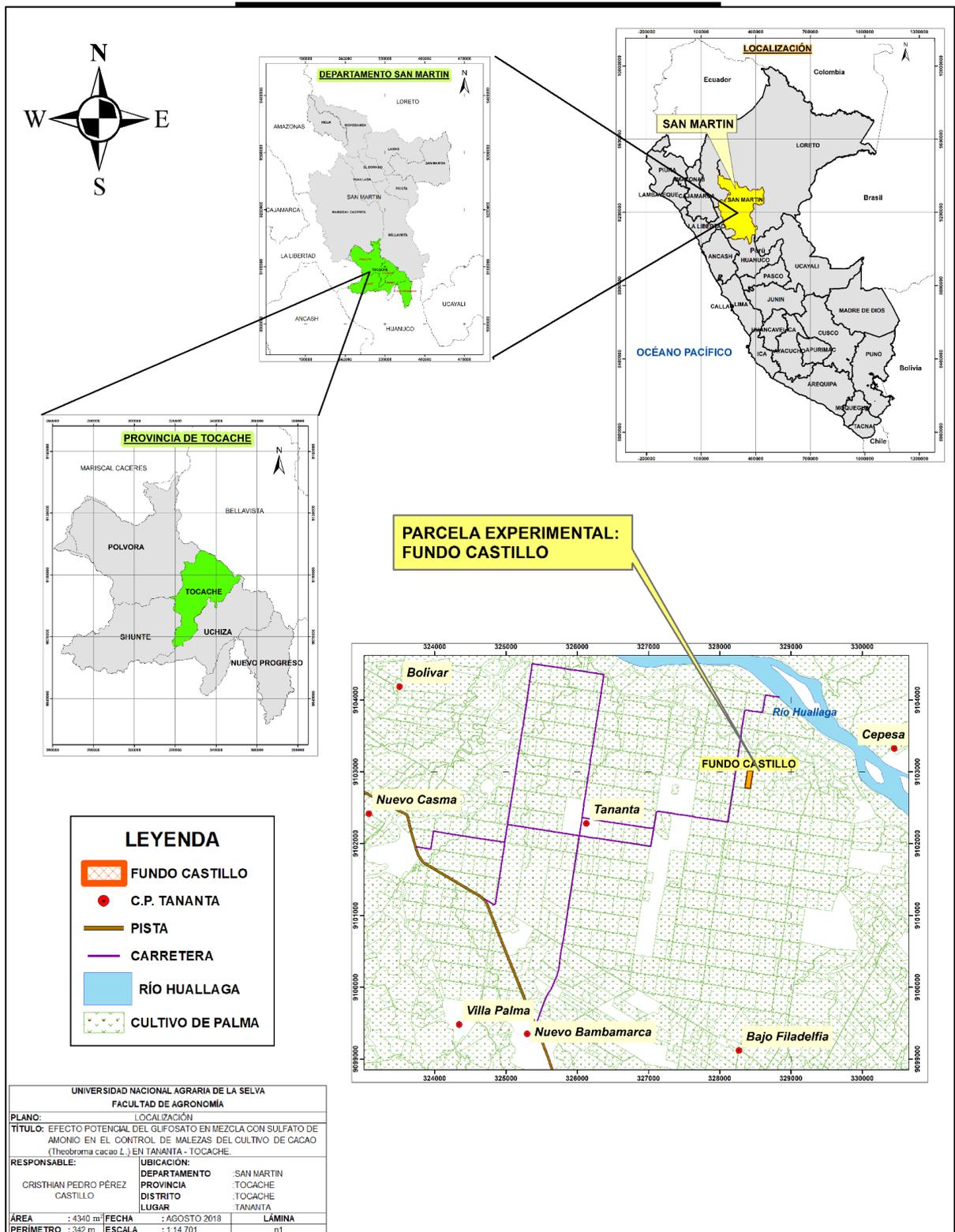


Figura 26. Mapa de ubicación del experimento.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA TINGO
MARIA

FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

LABORATORIO DE QUIMICA

Av. Universitaria S/n Tingo María. Telf. (062) 562342 Fax (062) 561156

"Año de la Lucha contra la corrupción e impunidad"

Tingo María, 28 de Agosto del 2018

RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUA

LUGAR TOMA DE MUESTRA : Pozo parcelario
DISTRITO : Tananta –Tocache– San Martín.
PROVINCIA : Tocache
REGION : San Martín.
SOLICITANTE : Tesista : Cristhian Pérez Castillo.

FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 25 de Julio de 2018

RESULTADOS

MUESTRA	pH	Dureza (CaCO ₃) (ppm)	Carbonatos (mg/L)	Bicarbonatos (mg/L)
1	6	27.78	0.00	0.61
2	6	27.78	0.00	0.61



Raida L. Matos Bustamante
Ing. Qco. Raida L. Matos Bustamante
Jefe Laboratorio de Química

Figura 27. Resultado de análisis físico químico de agua.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

AV. UNIVERSITARIA S/N - CARRETERA CENTRAL KM 1.21 - TINGO MARIA - CELULAR 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:				CRISTHIAN PEDRO PEREZ CASTILLO				PROCEDENCIA:				TANANTA - TOCACHE - SAN MARTIN											
N°	COD. LAB.	DATOS		ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg									
		CULTIVO	REFERENCIA	Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura							Ca	Mg	K	Na	Al	H	CiCe	Bas. Camb. %	Ac. Camb. %	Sat. Al %
1	S3111	CACAO	4 Ha	47	16	37	Franco	7.10	4.22	0.19	9.08	128.82	11.10	8.06	2.13	0.46	0.44	--	--	--	100.00	0.00	0.00

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

FECHA : 06 de junio del 2018

RECIBO N° 001-0543901



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

[Firma]
Ing° Luis G. Mansilla Minaya
JEFE



Figura 28. Resultado de análisis de suelo.