

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS Y GASTO DE AGUA EN LA
APLICACIÓN DEL GLUFOSINATO DE AMONIO EN EL
CONTROL DE MALEZAS EN CULTIVO DE
CACAO (*Theobroma cacao* L.)**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

ALEX MIKI FLORES CABALLERO

Tingo María – Perú

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Av. Universitaria Km 1.5 Telf. (062) 562341 (062) 561136 Fax. (062) 561156 E.mail: fagro@unas.edu.pe.

"Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Nº 023-2014-FA-UNAS

BACHILLER : **FLORES CABALLERO, ALEX MIKI**

TÍTULO : "EFECTO DE DIFERENTES DOSIS Y GASTO DE AGUA EN LA APLICACIÓN DE GLUFOCINATO DE AMONIO EN EL CONTROL DE MALEZAS EN CACAO EN TOCACHE".

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. GILBERTO MEDINA DIAZ
VOCAL : Bigo. M. Sc. JOSE LUIS GIL BACILIO
VOCAL : Ing. M. Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA

ASESOR : Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 04 DE DICIEMBRE DE 2014

HORA DE SUSTENTACIÓN : 07:00 P.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

CALIFICATIVO : MUY BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 10 DE DICIEMBRE DE 2014


.....
Dr. GILBERTO MEDINA DIAZ
PRESIDENTE




.....
Bigo. M. Sc. JOSE LUIS GIL BACILIO
VOCAL


.....
Ing. M. Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA
VOCAL


.....
Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios Yahvé Sebaot, divino creador,
por todo lo que existe, quien me dió la
vida y me dotó de inteligencia para
alcanzar uno de mis mejores anhelos.

A mí querido padre: Manuel Flores
Poma, por la disciplina y los valores
inculcados en mi persona.

A mí querida madre: Narciza Caballero
Alva en prueba de mi gratitud, por sus
abnegados sacrificios, que hicieron
realidad mi formación profesional.

A mi hermano: Héctor Hugo Flores
Caballero por su permanente apoyo
incondicional en mi vida universitaria.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi Alma Mater, y docentes de la Facultad de Agronomía por su contribución en mi formación profesional.
- Al Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), por facilitarme el campo experimental y los productos requeridos en la ejecución de la presente tesis.
- Al Ing. Manuel Viera Huiman, asesor de la presente tesis, por toda la atención prestada y valiosa colaboración.
- Al Dr. Gilberto Medina Díaz por su innegable apoyo como presidente del jurado.
- Al Blgo. M. Sc. José Luis Gil Bacilio por las observaciones y correcciones brindadas en la ejecución y redacción de la presente tesis.
- Al Ing. M. Sc. Jorge Adriazola del Águila, por sus aportes y orientación académica en la ejecución de la presente tesis.
- A mis amigos: Elinhuan Brush Huamán Gavidia, Giezi Gutiérrez Flores, Rolando Jara Acuña, Jhonatan Hu Coronel, Marco Aquino Falcón, Miguel Ángel Vásquez Espinoza y a todas aquellas personas que compartieron una amistad saludable en mi vida universitaria.
- A mi amigo Erick Cristhian Romero Carrión por el apoyo en la culminación de la redacción de mi informe de tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA	12
2.1. El cultivo de cacao	12
2.1.1. Taxonomía.....	12
2.1.2. Ciclo fisiológico del cacao.....	12
2.1.3. Producción nacional de cacao	13
2.2. De las malezas.....	13
2.2.1. Definición de maleza	13
2.2.2. Origen de las malas hierbas	14
2.2.3. Clasificación de las malezas.....	15
2.2.4. Los métodos de control de malezas	15
2.2.5. Descripción de las malezas más importantes.....	16
2.3. Factores que influyen en la interceptación del herbicida.....	17
2.3.1. Capacidad de cobertura de una especie	17
2.3.2. Angulo foliar.....	17
2.3.3. Retención	18
2.3.4. Formulación del herbicida.....	18
2.3.5. Características de la aplicación del herbicida.....	18

2.3.6.	Factores ambientales	19
2.4.	Los herbicidas	19
2.4.1.	Definición de herbicidas.....	19
2.4.2.	Volumen de aplicación.....	20
2.4.3.	Clasificación de los herbicidas.....	22
2.4.4.	Época de aplicación de herbicidas	22
2.4.5.	Movilidad en la planta.....	23
2.4.6.	Modo de acción	23
2.4.7.	Mecanismo de acción.....	24
2.4.8.	Inhibidores la síntesis del glutamato.....	25
2.5.	Glufosinato de amonio	25
2.5.1.	Información básica	25
2.5.2.	Características principales.....	26
2.5.3.	Control químico de malezas con Glufosinato de amonio	28
2.6.	Ensayos realizados con herbicidas en Tingo María	28
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1.	Ubicación del campo experimental.....	30
3.1.1.	Ubicación geográfica	30
3.1.2.	Características de la zona	30
3.2.	Del campo experimental.....	30
3.2.1.	Historia del campo experimental	30

3.2.2.	Condiciones climáticas	31
3.2.3.	Análisis de agua	31
3.2.4.	Análisis de suelo.....	32
3.2.5.	Presencia de malezas en el campo experimental	33
3.3.	Diseño estadístico	33
3.3.1.	Componentes en estudio.....	33
3.3.2.	Tratamientos en estudio	34
3.3.3.	Diseño experimental.....	34
3.3.4.	Características del campo experimental.....	35
3.4.	Metodología	36
3.4.1.	Demarcación del campo experimental	36
3.4.2.	Identificación de las malezas en el campo experimental	37
3.4.3.	Determinación del porcentaje de malezas.....	37
3.4.4.	Muestreo de suelo	37
3.4.5.	Calibración del equipo	38
3.4.6.	Preparación de la dosis	38
3.4.7.	Aplicación de los herbicidas	38
3.4.8.	Determinación del efecto fitotóxico de control	38
3.4.9.	Determinación del efecto residual	39
3.4.10.	Determinación del análisis económico	39
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40

4.1. Efecto de control	40
4.2. Poder residual de los herbicidas	50
4.3. Testigo	56
4.4. pH del agua	57
4.5. Análisis económico.....	58
V. CONCLUSIONES	61
VI. RECOMENDACIONES.....	62
VII. RESUMEN.....	63
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	65
IX. ANEXO	71

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Malezas frecuentes en los cultivos.	28
2. Promedios mensuales de los datos meteorológicos durante el experimento.	31
3. Análisis de la muestra de agua.	32
4. Análisis físico-químico del suelo del campo experimental.	32
5. Porcentaje de malezas identificadas.	33
6. Descripción de los tratamientos.	34
7. Esquema del modelo del análisis de variancia.	35
8. Resumen del análisis de varianza del porcentaje de control a los 7, 15, 30 y 45 días después de la aplicación (dda) de los herbicidas.	40
9. Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) del porcentaje de control a los 7, 15, 30 y 45 días después de la aplicación de los herbicidas.	43
10. Resumen del análisis de varianza del porcentaje de rebrote de malezas a los 60, 75 y 90 días después de la aplicación de los herbicidas.	51
11. Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) del porcentaje de rebrote de malezas los 60, 75 y 90 días después de la aplicación de los herbicidas.	52
12. Análisis económico de los tratamientos en estudio.	59

INDICE DE FIGURAS

	Página
1. Distribución geográfica de las zonas productoras de cacao en Perú. .	13
2. Promedio del grado de control de malezas.	44
3. Curvas de tendencia del efecto de la dosis y volúmenes de agua en la eficiencia del herbicida en el tiempo.	46
4. Grado de rebrote de malezas.	53
5. Curvas de tendencia del porcentaje de rebrote.	55

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que influyen en los rendimientos de los cultivos son las malezas, ya que causan daños de varias maneras, compiten con el cultivo por factores ambientales, tales como: luz, nutrientes, espacio vital y agua; asimismo, KOGAN y PÉREZ (2003), hacen referencia que las malezas pueden llegar a ser huésped de patógenos y plagas; por lo que su control resulta dificultoso, pero de fundamental importancia. Respecto al cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), MEDRIANO (1996), menciona que este cultivo no es ajeno al daño ocasionado por las malezas, si no hay un eficiente control de las malezas con el propósito de que las plantas de cacao aprovechen al máximo el agua y nutrientes disponibles en el suelo, para su eficiente crecimiento, desarrollo y producción, las malezas pueden llegar a disminuir hasta en un 30 % de la producción.

Como método de control químico en una plantación convencional se probó al herbicida Glufosinato de amonio (Basta[®]), herbicida según SENASA (2014), se encuentra vigente en el mercado nacional y que tiene gran aceptación en la agricultura peruana; por su parte, BAYER (2010), afirma que este herbicida presenta un efecto menos tóxico con el medio ambiente, no se acumula en el suelo debido a la rápida descomposición del producto.

En el presente trabajo de investigación se pretende determinar la mejor dosis de control y permita considerarlo con una alternativa viable para su uso en el control de malezas en el país. Considerando que el cultivo de cacao en nuestra región es significativo y que las malezas son un verdadero inconveniente se planteó el siguiente experimento cuyos objetivos se plantean a continuación.

Objetivos generales:

1. Determinar la dosis de control del Glufosinato de amonio y volumen de gasto de agua recomendable para los herbicidas en estudio.
2. Evaluar el efecto residual de los tratamientos en estudio.
3. Efectuar el análisis económico de control de la aplicación del herbicida Glufosinato de amonio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El cultivo de cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta nativa de América tropical, con su centro de origen probablemente situado al noreste de Sudamérica en los bosques ecuatoriales de la región amazónica. Actualmente, más de 20 millones de personas de todo el planeta dependen directamente del cultivo del cacao para subsistir, pues el 90% de la producción de cacao procede de minifundios de superficie inferior a cinco hectáreas (HUGENIN, 2004).

2.1.1. Taxonomía

BENITO (1992), indica que el cacao como especie ha sido ubicado en las categorías taxonómicas siguientes:

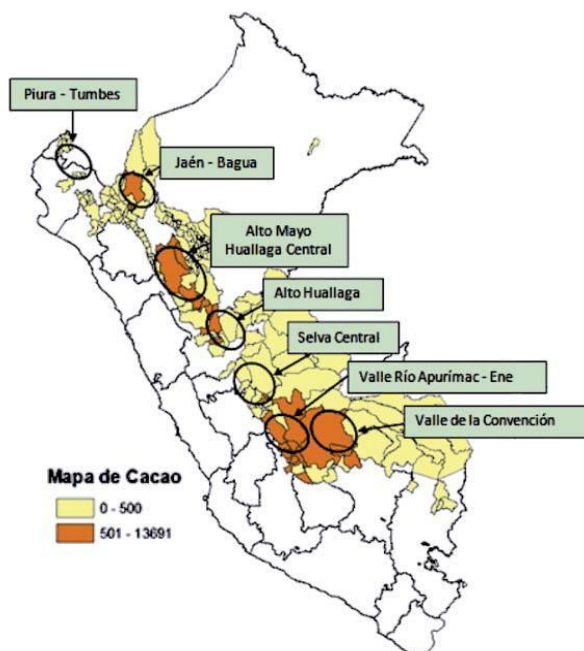
División	: Fanerógamas.
Clase	: Angiospermas.
Orden	: Málvales.
Familia	: Malvaceae.
Género	: <i>Theobroma</i>
Especie	: <i>Theobroma cacao</i> L.

2.1.2. Ciclo fisiológico del cacao

El cacao tiene tres etapas fisiológicas bien marcadas como la floración; desarrollo de frutos o llenado de grano; maduración de frutos, aunque no existe la etapa de descanso, debido que existe cosecha de menor proporción de 1 a 2 meses que coincide con el inicio de una nueva floración (GARCÍA, 2000).

2.1.3. Producción nacional de cacao

De acuerdo a DE LOS RÍOS (2000), la Asociación Peruana de Productores de Cacao, muestran los lugares donde se cultiva el cacao a nivel nacional, tal como indica la Figura 1.



Fuente: DE LOS RÍOS (2000).

Figura 1. Distribución geográfica de las zonas productoras de cacao en Perú.

2.2. De las malezas

2.2.1. Definición de maleza

De acuerdo a NÚÑEZ (2008), la palabra maleza se deriva del latín *malitia* que se traduce como maldad, el primer diccionario general etimológico de la Lengua Española la define así: maleza, femenino anticuado de maldad, la abundancia de hierbas malas que perjudican a los sembrados. Por su parte, COBB (1992), observó una amplia gama de daños que pueden causar las malas hierbas; el mismo autor, sostiene que es sorprendente que menos de 250

especies vegetales sean suficientemente problemáticas para considerarlas como malezas, esto representa aproximadamente 0.1 % de la flora mundial.

2.2.2. Origen de las malas hierbas

Desde el punto de vista agronómico, el hombre buscó controlar las malezas desde el mismo día en que inició la agricultura, es decir el cultivo de alimentos en un lugar determinado. Durante siglos se valió sólo de métodos físicos de control, como las labranzas y el deshierbo manual, pero a partir del siglo pasado, el surgimiento de productos químicos permitió un manejo más sencillo de las malezas. La incorporación de conocimientos sobre biología y ecología de malezas fue clave en posteriores desarrollos y en este sentido, la biotecnología bien aplicada (CERNA, 1994).

En los sistemas agrícolas, las coberturas más espontáneas son las de malezas. Sin embargo, su manejo por densidad y tipo de especies es una de las actividades más constantes y en algunos casos desgastante, especialmente en aquellos sistemas agrícolas que procuran cultivos sin presencia de malezas, por más insignificantes que sean sus poblaciones. En este tipo de sistema hay desgaste del suelo, así como la pérdida y simplificación del grado de diversidad. En condiciones del trópico húmedo, esto tiene consecuencias nocivas para la sostenibilidad de los sistemas (VILLASEÑOR *et al.*, 2004).

Desde el descubrimiento de América se inició un movimiento de plantas americanas cultivadas hacia el viejo mundo y hay evidencia de que el número de malezas trasladadas a Europa fue mayor que el de las trasladadas a América. En tiempos recientes, el flujo neto ha sido invertido tanto en regiones

templadas como en los trópicos, debido al transporte de animales domésticos de pastoreo desde Europa y África a las áreas de pastoreo extensivo de América, o bien, debido a que algunas plantas cultivadas “escapan” al cultivo y se convierten en maleza (BLANCO, 1999). Las malezas tienen importancia agronómica, destacando por su diversidad las familias botánicas Asteraceae, Poaceae, Amaranthaceae y Fabaceae (SEMARNAT, 2001). Por otro lado, la familia Poaceae es la más abundante en cuanto a número de especies exóticas en los trópicos. A esta familia pertenece el 27.7 % de la flora exótica, y muchas de sus especies se comportan como maleza (VILLASEÑOR *et al.*, 2004).

2.2.3. Clasificación de las malezas

De acuerdo a VILLARIAS (1992), las malezas se pueden clasificar en gran diversidad de formas, las cuales dependen del interés particular de las personas en un momento dado. Asimismo, el mismo autor los clasifica de la siguiente manera: a) Clasificación por su ciclo de vida, bajo este sistema se agrupan las plantas según su longevidad y se podrían clasificar en anuales, perennes y semiperennes o perennes obligadas., b) Clasificación por su hábito de crecimiento, como las erectas que son plantas o tallos ortotrópicos o de crecimiento erecto; las rastreras que son plantas cuyos tallos crecen tendidos sobre la superficie del suelo; las trepadoras o volubles, que se agrupan aquí las plantas con crecimiento oblicuo, capaces de trepar sobre las plantas.

2.2.4. Los métodos de control de malezas

La maleza puede ser controlada mediante métodos no químicos y métodos químicos (SANYAL *et al.*, 2008).

Dentro de los métodos no químicos: los físicos, son todos los métodos que cortan, entierran, cubren y queman la vegetación indeseada; los culturales como la selección del cultivo, densidad óptima de siembra, espaciamiento entre líneas y entre plantas, sistema de riego; los biológicos como el uso de enemigos naturales que mantienen la densidad de la población de malezas por debajo del nivel de daño permitido en los cultivos (ANDERSON, 1996).

El control químico se basa en el uso de herbicidas, es actualmente el más usado en agricultura intensiva. Tiene la innegable ventaja de su eficacia, rapidez, selectividad y costo. No obstante, también presenta desventajas, como el desarrollo de biotipos resistentes y el deterioro ambiental. El control integrado que se define como la combinación e integración del control biológico y el control químico. Actualmente, el manejo integrado de malezas reconoce la necesidad de un profundo conocimiento de la biología y ecología de la maleza y, enfatiza la múltiples medidas de control (LIEBMAN *et al.*, 2001; SANYAL *et al.*, 2008).

2.2.5. Descripción de las malezas más importantes

De acuerdo a MEDRANO (1996), las malezas más importantes en el cultivo de cacao son:

a. *Rottboellia exaltata* L.: Es una especie que pertenece a la familia Poaceae, es conocido como “cebadilla” o “arrocillo”, de hábito anual; asimismo, se reproduce por semillas y cepas, su floración se da en los meses de enero, marzo, abril, diciembre, su agresividad es altamente nociva y se clasifica como una maleza de hoja angosta; sus hojas posee tricomas rígidos que irritan la piel.

b. *Cyperus rotundus* L.: Es una especie que pertenece a la familia Cyperaceae, es conocido comúnmente como “Corocillo” o “coquito”, de hábito anual, se reproduce por semilla y cepas, su floración se da en la estación de verano, cuya agresividad es altamente nociva y se clasifica como una maleza de hoja angosta; asimismo, es una planta con un cotiledón muy pequeño.

c. *Digitaria sanguinalis* L.: Es una especie que pertenece a la familia Gramineae, es conocido comúnmente como “pata de gallina”, maleza de hábito anual, se reproduce por semilla y cepas, su floración se en la estación de verano, es una maleza altamente nociva y se clasifica como maleza de hoja angosta; asimismo, poseen tallos muy vellosos y generalizados.

d. *Cynodon dactylon* L.: Es una especie que pertenece a la familia Gramineae, es conocido comúnmente “pasto bermuda” o “pelo de indio”, cuyo hábito es anual y se reproduce por semilla y cepas, su floración se en la estación de verano, es una maleza altamente nociva y se clasifica como maleza de hoja angosta; asimismo, son plantas con tallos pelosos, inflorescencia en espigas comprimidas.

2.3. Factores que influyen en la interceptación del herbicida

2.3.1. Capacidad de cobertura de una especie

Si el cultivo cubre por completo las malas hierbas estas se verán poco o nada afectadas por el tratamiento herbicida (HANCE, 1991).

2.3.2. Angulo foliar

La inclinación de las hojas, influye tanto en la interceptación como en la retención del herbicida aplicado. Las especies vegetales como hojas

erectas interceptan y retienen menos líquido pulverizado por unidad de superficie foliar que con las hojas horizontales (LEIVA, 1995).

2.3.3. Retención

La morfología determina estructuras rugosas y de cierta pilosidad, puede favorecer la retención del herbicida aplicado en gotas de muy pequeño tamaño (HANCE, 1991).

2.3.4. Formulación del herbicida

El vehículo o agente dispersante a través del cual se aplican los herbicidas influye decisivamente en su retención por las plantas. En ocasiones, se emplea aceite como vehículo, la mayoría de las formulaciones de herbicidas, se aplican mediante la pulverización de la solución o suspensión en agua. Dado que la tensión superficial del agua es muy elevada, su capacidad de adhesión o contacto con la superficie de las hojas es reducida por la naturaleza cerosa de estas. A fin de incrementar dicha capacidad de adhesión o contacto, se añade un mojante a la solución herbicida a pulverizar. El mojante al reducir la tensión superficial altera por completo la configuración de las gotas del pulverizado, haciendo que la superficie de contacto de estas con la hoja aumente y no resbalen (HANCE, 1991).

2.3.5. Características de la aplicación del herbicida

El caldo y el tamaño de las gotas del pulverizado influyen en la retención del herbicida. Ambos factores suelen estar interrelacionados en equipos convencionales de aplicación de herbicidas. Bajos volúmenes de caldo aplicados a altas presiones producen gotas de pequeño tamaño. Por el contrario,

cantidades elevadas de líquidos aplicadas a baja presión aumentan el tamaño de la gota. Las gotas de pequeño tamaño tienen una mayor superficie de contacto por unidad de volumen de líquido que las de mayores tamaños y también una mayor capacidad de adherencia (LEIVA, 1995). Normalmente los herbicidas de contacto requieren una alta cobertura de la masa vegetal para conseguir una adecuada eficacia. Por el contrario, herbicidas que se traslocan a través del floema y se distribuyen luego por toda la planta requieren solo una cobertura parcial y, por consiguiente, menor volumen de caldo (HANCE, 1991).

2.3.6. Factores ambientales

La lluvia es uno de los factores ambientales que más influye en la retención del herbicida. Su efecto depende del tiempo transcurrido después de la aplicación de éste y de su intensidad. Se puede decir que los herbicidas requieren un intervalo variable entre 6 y 24 horas sin lluvia para evitar pérdidas por lavado, antes de éste llegue a penetrar (LEIVA, 1995).

2.4. Los herbicidas

2.4.1. Definición de herbicidas

Un herbicida es un producto químico que inhibe o interrumpe el crecimiento y desarrollo de una planta. Los herbicidas son usados extensivamente en la agricultura, industria y en zonas urbanas, debido a que si son utilizados adecuadamente proporcionan un control eficiente de malezas a un bajo costo (PETERSON *et al.*, 2001).

No obstante, si no se aplican correctamente, pueden causar daños a las plantas cultivadas, al medio ambiente e incluso a las personas que los

aplican. En la agricultura, los herbicidas han sido una herramienta importante para el manejo de maleza por muchos años. Desde la década de los años cuarenta, los herbicidas han sido cada vez más sofisticados en cuanto al espectro y duración del periodo de control. Aunque los herbicidas son aplicados extensivamente, son probablemente el componente menos entendido de un sistema de manejo integrado de maleza (BAUMANN *et al.*, 1998).

Los herbicidas se comercializan en formulaciones líquidas o sólidas dependiendo de la solubilidad en agua del ingrediente activo y de su forma de aplicación. La formulación del herbicida se indica en la etiqueta del producto y se designa por una o varias letras después del nombre comercial. En la etiqueta del herbicida también se indica la cantidad de ingrediente activo en porcentaje y en gramos de ingrediente activo por litro o kilogramo del producto comercial (ROSALES y ESQUEDA, 2011).

2.4.2. Volumen de aplicación

La cantidad de solvente usada para aplicar un herbicida puede ser ajustada mediante la elección del tipo de boquilla, la presión del sistema de aspersión y la velocidad de aplicación. Altos volúmenes de aplicación tienden a asociarse con gotas de gran tamaño, aunque ambos parámetros pueden regularse independientemente, y también tienen influencia independiente sobre la performance del herbicida (BAUMANN *et al.*, 1998).

Los factores relacionados con el volumen de aplicación que afectan la eficacia de los herbicidas son: concentración del herbicida y surfactante en la solución que alcanza las malezas; grado de penetración a través de vegetación

densa; cantidad de solución que escurre de las hojas de las malezas; e interacciones electroquímicas entre el herbicida, las impurezas del agua y los componentes de la cutícula y paredes celulares. El tamaño de gota, por su parte, regula la acción del herbicida a través de: grado que deriva por el viento; grado de evaporación de agua antes de que el herbicida sea absorbido por la planta; y grado de cobertura de las hojas. Las asperjadoras terrestres normalmente trabajan a presiones entre 30 y 60 psi (200 a 400 kPa), y si están equipadas con boquillas convencionales, no pueden aplicar menos de 60 L/ha. Menores volúmenes pueden ser logrados con aplicaciones aéreas o con equipos terrestres especializados (sogas, CDA). Con respecto al tamaño de gota, una aspersión estándar incluye un amplio rango desde muy pequeñas (50 μm) hasta muy grandes (800 μm). A medida que el tamaño de gota disminuye, el grado de cobertura de la superficie foliar de las malezas con un determinado volumen de aplicación se incrementa exponencialmente (COBB, 1992).

El volumen de aplicación (herbicida - agua) varía según: la descarga de la boquilla y la velocidad del operario en la aplicación y la presión de descarga. Menor velocidad, mayor presión y mayor descarga de la boquilla, dan como resultado mayor volumen asperjado. Mayor velocidad, menor presión y menor descarga de la boquilla, igual a menor volumen de aspersión. El bajo volumen permite mayor efectividad en la aplicación de herbicidas, ya que existe un mayor rendimiento de área por tiempo efectivo del operario, reducción de pérdida de herbicida, mejor cobertura por el tamaño de la gota, reduciendo el costo día/control. Solo es recomendable para el uso de herbicidas sistémicos trasladables (ANACAFE, 2012).

2.4.3. Clasificación de los herbicidas

Los herbicidas pueden ser clasificados de acuerdo a varios criterios, siendo los más comúnmente usados: época de aplicación, selectividad, tipo de movilidad en la planta, familia química, modo y mecanismo de acción (ROSALES y ESQUEDA, 2011).

2.4.4. Época de aplicación de herbicidas

De acuerdo a su época de aplicación, los herbicidas pueden clasificarse en forma general como pre emergentes (pre) y post emergentes (post). Por lo general, los herbicidas pre se aplican después de la siembra, pero antes de que emerjan la maleza y el cultivo. Los herbicidas pre emergentes requieren de un riego o precipitación para situarse en los primeros 5 cm de profundidad del suelo, donde germina la mayoría de las semillas de maleza. Este tipo de herbicidas elimina las malas hierbas en germinación o recién emergidas, lo que evita la competencia temprana con el cultivo. Por lo general, la semilla de los cultivos se coloca por debajo de la zona de suelo con alta concentración de herbicida, y la selectividad al cultivo puede ser tanto posicional como fisiológica. Los herbicidas pre, presentan una gran interacción con algunas características del suelo, como la textura, el pH y la materia orgánica, que pueden afectar la cantidad de herbicida disponible en el suelo para controlar la maleza. Generalmente la dosis de este tipo de herbicidas se ajusta según el tipo de suelo y materia orgánica, requiriéndose una mayor dosis en suelos arcillosos y con alto contenido de materia orgánica. Los herbicidas post se aplican después de la emergencia del cultivo y la maleza. En la mayoría de los casos, la aplicación de herbicidas post debe realizarse sobre malezas en sus primeros estados de

desarrollo, cuando son más susceptibles a los herbicidas y su competencia con el cultivo es mínima. Los herbicidas post pueden resultar más económicos para el productor al utilizarse sólo donde se presenta la maleza. La actividad de los herbicidas post depende de factores como su grupo químico, especies de maleza presentes y condiciones de clima, como velocidad del viento, temperatura del aire, humedad relativa y presencia de lluvia (BUHLER, 1998).

2.4.5. Movilidad en la planta

Por su movilidad en la planta, los herbicidas pueden ser de contacto o sistémicos. Los herbicidas de contacto son aquellos que eliminan sólo las partes de la planta con las que entran en contacto al momento de la aplicación, y tienen un transporte limitado dentro de la planta. Es por esto que se recomiendan para el control de maleza anual. Por su parte, los herbicidas sistémicos son aquellos que se aplican al suelo o al follaje y son absorbidos y transportados a toda la planta incluyendo sus raíces y otros órganos subterráneos. Debido a lo anterior, los herbicidas sistémicos son utilizados para el control de malezas perennes (BAUMANN *et al.*, 1998).

2.4.6. Modo de acción

La clasificación más útil de los herbicidas es por su modo de acción (DUKE y DAYAN, 2011). El modo de acción es la secuencia de eventos que ocurren desde la absorción del herbicida hasta la muerte de la planta. Los herbicidas con el mismo modo de acción tienen el mismo comportamiento de absorción y transporte, y producen síntomas similares en las plantas tratadas. Además, la clasificación de los herbicidas según su modo de acción permite

predecir, en forma general, su espectro de control de maleza, época de aplicación, selectividad a cultivos y persistencia en el suelo (GUNSOLUS y CURRAN, 1996). Se distinguen siete grandes grupos, dentro de los cuales a su vez se incluyen uno o más mecanismos de acción (COBB y READE, 2010).

2.4.7. Mecanismo de acción

El mecanismo de acción de un herbicida, se define como la principal reacción bioquímica o biofísica que es afectada por el herbicida para dañar a la planta tratada. El mecanismo de acción comúnmente incluye el bloqueo de algún proceso enzimático vital para la planta. Los herbicidas pueden funcionar de diferentes maneras en la planta, interfiriendo con algún proceso esencial para su correcto crecimiento y desarrollo de la planta. Los herbicidas pueden ser clasificados por su mecanismo de acción, con base en los síntomas provocados por éstos en las plantas tratadas (ROSALES y ESQUEDA, 2011).

La Sociedad Americana de la Ciencia de la Maleza (WSSA) ha desarrollado un sistema de clasificación numérica, mientras que la clasificación del Comité de Acción Contra la resistencia a Herbicidas (HRAC) se basa en letras, pero una mejor agrupación ha realizado KOGAN y PÉREZ (2003). De acuerdo con el conocimiento actual, los herbicidas pueden afectar a diferentes sitios (sitio de acción), la planta para esto se ha dividido en ocho grupos diferentes donde se encuentran reguladores de crecimiento, inhibidores de la síntesis de los lípidos, inhibidores de la biosíntesis de los aminoácidos, inhibidor de la fotosíntesis, desestabilizadores de membranas celulares, inhibidores de pigmentos, inhibidores mitóticos e inhibidores de la biosíntesis de la celulosa (ROSALES y ESQUEDA, 2011).

2.4.8. Inhibidores la síntesis del glutamato

El amoniacó se asimila dentro de los aminoácidos a través del ciclo del Glutamato - sintasa. Los inhibidores de la enzima glutamina sintasa (GS), están estructurados de modo análogo al ácido glutámico y se cree que ellos se fijan irreversiblemente al sitio catalítico de la enzima. Lo cual produce una acumulación rápida de los niveles altos de amoniacó y un agotamiento de la glutamina y de varios otros aminoácidos en la planta. Estos efectos están acompañados de una rápida declinación de la fijación fotosintética del CO₂ y son seguidos por clorosis y desecación de las plantas. Dos herbicidas comerciales inhiben la glutamina sintasa: Glufosinato y bialafos, este último es producido por *Streptomyces Higroscopycus* y es un pro - herbicida que requiere someterse a hidrólisis en la planta hasta se inhiba el GS. Ambos herbicidas no son selectivos. Glufosinato amónico es un herbicida de post-emergencia, no selectivo, que se absorbe por el follaje, pero tiene acción sistémica limitada. Se usa después de la cosecha para el control de malezas, en áreas de barbecho y como aspersión dirigida en algunos cultivos perennes. Se usa como desecante para facilitar la cosecha en colza y algunas variedades de papa. Es resistente a las lluvias después de cuatro a seis horas. Bialaphos se metaboliza a Glufosinato en la planta y tiene características similares (WORTHINGTON y HANCE ,1991).

2.5. Glufosinato de amonio

2.5.1. Información básica

BAYER (2010), brinda la siguiente información:

Ingrediente activo : Glufosinato de amonio.

Fórmula empírica	: C ₅ H ₁₅ N ₂ O ₄ P.
Nombre IUPAC	: Amonio-DL-homoalanina-4-il (metil) fosfinato.
Peso molecular	: 198.2.
Grupo químico	: Ácido amino fosfínico.
Clasificación	: Organofosforado.
Formulación	: Liquido soluble.
Concentración	: 200 g/L.
Presión de vapor	: 3.1 x 10 ⁵ Pa a 50 °C.
Solubilidad	: 1370 g/L a pH ácido, 500 g a pH 7.8.
Toxicológica	: Ligeramente peligroso.
Nombre comercial	: Basta®.

2.5.2. Características principales

Es un herbicida post - emergente de origen biológico, no selectivo, que afecta la síntesis de la enzima glutamina sintetasa interfiriendo la tasa fotosintética de las malezas y controlando eficazmente a gramíneas, malezas de hojas anchas y ciperáceas (BAYER, 2010).

a. Ingrediente activo

Su ingrediente activo se encontró por primera vez en 1971, aislado de la bacteria del suelo *Streptomyces viridochromogenes* presente en la mayoría de suelos (BAYER, 2010).

b. Modo de acción

Es absorbido principalmente por las hojas y en menor medida por la parte verde de los tallos; es un inhibidor de la enzima glutamina sintetasa (GS)

e impide la síntesis básica de la formación de las proteínas, tiene acción translaminar elimina el follaje y la raíz de las hojas, inicia la muerte de la planta por la múltiple interferencia con el metabolismo de la planta. Los síntomas de daños se inician a los dos a cinco días con decoloraciones amarillo - pálidas de las partes verdes de la planta. A los cinco a diez días, según condiciones climáticas, se produce el desecamiento total de las partes aéreas de la maleza. La duración del efecto contra perennes es de seis a ocho semanas, según especies, dosis y condiciones climáticas. Las malezas tratadas detienen su crecimiento dentro del primer día luego de la aplicación a pesar de la ausencia de síntomas visuales (BAYER, 2010).

c. Dosis y aplicación

La dosis más efectiva es de 1075 a 1505 g de i.a./ha. La época de aplicación debe ser en la posemergencia a la maleza, el lugar de aplicación al follaje, dirigida únicamente a la maleza cuando se encuentra en crecimiento activo, antes de floración. Además, requiere de un periodo de lluvia de seis horas. Es una forma terrestre, empleando aspersorios manuales colocados en un tractor, con un volumen de agua que permita el buen cubrimiento de la maleza (200 a 500 L) y boquilla tipo abanico (BAYER, 2010).

d. Destino en el ambiente

Ligeramente persistente de tres a veinte días, en el aire está presente únicamente como partículas, las cuales son eliminadas de la atmósfera por precipitación húmeda y seca. En el suelo tiene una movilidad baja a alta y la degradación microbiana es su principal mecanismo de eliminación, generando al

ácido 3-metilfosfinil propiónico, ácido 2-metilfosfinil acético y bióxido de carbono como productos de degradación. Su vida media en suelo varía de tres a once días. En el agua la volatilización, hidrólisis y fotólisis no son destinos ambientales importantes para este plaguicida (BAYER, 2010).

2.5.3. Control químico de malezas con Glufosinato de amonio

BAYER (2010), los diferentes ensayos de campo realizados demuestran que el herbicida Basta® 150 controla una amplia gama de malezas entre las cuales se encuentran las siguientes:

Cuadro 1. Malezas frecuentes en los cultivos.

Monocotiledóneas	Dicotiledóneas
<i>Cyperus rotundus</i> L.	<i>Portulaca oleracea</i>
<i>Cynodon dactylon</i> L.	<i>Euphorbia hypericifolia</i>
<i>Eleusine indica</i> L.	<i>Emilia sonchifolia</i>
<i>Rottboellia exaltata</i>	<i>Amaranthus</i> spp.
<i>Paspalum</i> sp.	<i>Bidens pilosa</i>
<i>Digitaria sanguinalis</i> .	<i>Parthenium hysterophorus</i>
<i>Echinochoa colona</i> .	<i>Ipomoea</i> sp.
<i>Bracharia mutica</i> .	<i>Wedelia trilobata</i>
<i>Comelina nudiflora</i>	<i>Sida rumbifolia</i>
<i>Murdania nudiflora</i>	<i>Borreira</i> sp.
<i>Comelina</i> sp.	<i>Cissus sicyoides</i>
<i>Leptochloa</i> sp.	<i>Phyllanthus niruri</i>
<i>Panicum trichoides</i> .	<i>Drymaria</i> sp.
<i>Chloris radiata</i>	<i>Geophila macropoda</i>
<i>Colocacia</i> spp	<i>Ptheridium aquilinum</i>

2.6. Ensayos realizados con herbicidas en Tingo María

Para la zona de Tocache no existen trabajos de investigación realizados con el herbicida Basta® (Glufosinato de amonio), empero se puede mencionar algunos trabajos realizados en Tingo María:

SECLLEN (1987), realiza una tesis titulada “Control químico de malezas gramíneas en el cultivo de cítricos en época lluviosa, en Naranjillo- Tingo María”, utilizando dos y tres litros por hectárea, aplicándolos solos y en mezcla con Diuron, 1 kg por hectárea. ZAVALA (1987), probó el efecto del Glufosinato de amonio y mezclas de herbicidas en el control de “remolina” (*Paspalum virgatum* L.) en el cultivo de Cítricos en Tingo María, quien emplea el Glufosinato de amonio a razón de 2 a 6 L/ha, y en mezcla con Diuron. MARTEL (2012), quien evaluó el efecto de Glufosinato de amonio a diferentes dosis (1, 2, 3, 4 L/ha), en malezas de café en la zona de Simón Bolívar distrito de Hermilio Valdizán cuyos tratamientos en estudio T₁ (4 L/ha), T₂ (3 L/ha), T₃ (2 L/ha), T₄ (1 L/ha), T₅ (Macheteo), T₀ (Testigo absoluto), donde la dosis T₂ (3 L/ha) y T₁ (4 L/ha), demostraron tener el mejor efecto de control con 90% a los 45 días, para ambos casos; así mismo, estas mismas dosis obtuvieron el mejor efecto residual llegando a 60 y 65% respectivamente, a los 60 días, dentro de un campo con 27% de malezas de hoja ancha y 73% de malezas de hoja angosta.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del campo experimental

El presente experimento se ejecutó en el Instituto de Cultivos Tropicales – Zona I, Tocache; cuya parcela de experimentación se encuentra en el Fundo “Los Dos Hermanos” ubicado en el caserío Shishiyacu distrito y provincia de Tocache, departamento de San Martín. El trabajo de tesis tuvo una duración de 5 meses, febrero 2013 a junio del 2013

3.1.1. Ubicación geográfica

Este : 401101.87.

Norte : 8991961.48.

Altitud: 635 m.s.n.m.

3.1.2. Características de la zona

Temperatura media: 26 °C.

Precipitación anual : 2700 mm.

Humedad relativa : 73 %.

Zona de vida : Bosque muy húmedo sub tropical.

3.2. Del campo experimental

3.2.1. Historia del campo experimental

El campo experimental presentaba una plantación de cacao de ocho hectáreas con un promedio de diez años de edad desde su establecimiento, aproximadamente se encontraba en la etapa de floración. En el área se visualizó la instalación del clon CCN 51 con problemas de *Moniliophthora roreri*.

3.2.2. Condiciones climáticas

En el Cuadro 2, se muestran los datos climatológicos con sus medias mensuales en el periodo de ejecución del experimento. Los datos fueron registrados en la Estación Climatológica ICT - Tocache. Estos datos nos permitieron analizar y establecer correlaciones como un factor potencial que afecta a la eficiencia de los herbicidas.

Cuadro 2. Promedios mensuales de los datos meteorológicos durante el experimento.

Meses	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitación mm/mes	Horas sol
	Max.	Min.	Med.			
Febrero	28.90	24.80	20.70	87.00	469.00	93.20
Marzo	29.30	25.20	21.20	87.00	405.70	108.30
Abril	30.80	25.70	20.60	84.00	423.60	165.90
Mayo	29.90	25.30	20.70	85.00	205.10	141.40
Junio	27.00	25.30	26.15	85.00	250.30	150.50
Promedio	29.18	25.26	21.87	85.60	350.74	131.86

Fuente: Estación Climatológica ICT - Tocache.

3.2.3. Análisis de agua

Se obtuvo una muestra representativa de agua previa a la aplicación de los tratamientos, se llevó al Laboratorio de Análisis de Suelo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, donde se determinó el pH, y concentración de minerales, los valores de la muestra de agua se detallan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de la muestra de agua.

Parámetro	Valor
pH real del agua	7.50
Calcio (ppm)	48.50
Magnesio (ppm)	4.00

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María (2013).

3.2.4. Análisis de suelo

Se obtuvo una muestra de ocho sub-muestras tomadas al azar de suelo del campo experimental, de la profundidad de la capa arable, que luego de homogeneizarlas, se enviaron al Laboratorio de Suelos de la Universidad Agraria de la Selva para su análisis respectivo. Como se observa en el Cuadro 4, el campo experimental presentó un suelo franco arcillo, con un contenido alto de materia orgánica y pH neutro.

Cuadro 4. Análisis físico-químico del suelo del campo experimental.

Parámetros	Valor	Método empleado
Análisis físico		
Arena	25.68	Bouyocos o hidrómetro
Limo	27.04	Bouyocos o hidrómetro
Arcilla	47.28	Bouyocos o hidrómetro
Clase textural	Franco arcilloso	Triangulo textural
Análisis químico		
pH (1:1)	7.39	Potenciómetro
Materia orgánica (%)	2.80	Walkey - Back

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María (2013)-

3.2.5. Presencia de malezas en el campo experimental

La presencia de malezas en la parcela donde se realizó el experimento fue de hoja ancha el 80 % y de hoja angosta de 20 %, también se identificaron cada una de las malezas presentes y el porcentaje de invasión de cada una de ellas, donde se determinó la predominancia de la “pega pega” (*Achyranthes indica* L.) tal como se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Porcentaje de malezas identificadas al momento de la ejecución del experimento.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Predominancia %
Hoja ancha:			80
Amaranthaceae	<i>Achyranthes indica</i>	"Pega Pega"	60
Leguminosae	<i>Pueraria phaseoloides</i>	"Kudzú"	2
Asteraceae	<i>Elephantopus</i> sp.	"Mata pasto"	10
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	"Commelina"	5
Amaranthaceae	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	"Rabo de chancho"	3
Hoja angosta:			20
Gramíneas	<i>Paspalum virgatum</i> L.	"Remolina"	8
Gramíneas	<i>Paspalum conjugatum</i> S.	"Torurco"	4
Cyperaceae	<i>Cyperus alternifolius</i>	"Cortadera"	5
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	"Coquito"	3
Total			100

Identificación a los 20 días después del uniformizado (corte)

3.3. Diseño estadístico

3.3.1. Componentes en estudio

a. Productos

Ingrediente activo : Glufosinato de amonio.

Nombre comercial : Basta® (Glufosinato de amonio).

Dosis a aplicar : 2-3-4 L/ha.

Gasto de agua : 400-500-600 L/ha.

b. Parcela de cultivo de cacao

La plantación de cacao tiene aproximadamente ocho años de edad, donde se encontró 20 % de malezas de hoja angosta y 80 % de malezas de hoja ancha. El porcentaje de infestación fue de 100 %, con una altura de las malezas de aproximadamente de 20 cm.

3.3.2. Tratamientos en estudio

Cuadro 6. Descripción de los tratamientos.

Clave	Tratamientos	Dosis/ha	Volumen/ha	Dosis/tratamiento
T ₁	Glufosinato de amonio	2 L	300 L	20 mL/3L
T ₂	Glufosinato de amonio	3 L	300 L	30 mL/3L
T ₃	Glufosinato de amonio	4 L	300 L	40 mL/3L
T ₄	Glufosinato de amonio	2 L	400 L	20 mL/4L
T ₅	Glufosinato de amonio	3 L	400 L	30 mL/4L
T ₆	Glufosinato de amonio	4 L	400 L	40 mL/4L
T ₇	Glufosinato de amonio	2 L	500 L	20 mL/5L
T ₈	Glufosinato de amonio	3 L	500 L	30 mL/5L
T ₉	Glufosinato de amonio	4 L	500 L	40 mL/5L
T ₁₀	Testigo sin control	x	x	x

3.3.3. Diseño experimental

Para esta investigación, se usó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con diez tratamientos y cuatro bloques. Al final del experimento se realizó el análisis de variancia y se halló las diferencias de las medias de las características evaluadas mediante la prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$).

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Respuesta obtenida en la unidad experimental del j-ésimo bloque en la cual se aplicó el i-ésimo tratamiento.

μ = Efecto de la media general.

σ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ϵ_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental que se obtuvo en la unidad experimental del j-ésimo bloque del i-ésimo tratamiento.

Para:

i = 1, 2, ..., 10 tratamientos.

j = 1, 2, ..., 4 bloques.

Cuadro 7. Esquema del modelo del análisis de variancia.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.
Bloques	b-1	SC _{Bloq}	SC _{bloq} /gl _{Bloq} = CM _{bloq}	CM _{bloq} /CM _{ee}	F $_{\alpha}(gl_{bloq}, gl_{ee})$
Tratamientos	t-1	SC _{trat}	SC _{trat} /gl _{trat} = CM _{trat}	CM _{trat} /CM _{ee}	F $_{\alpha}(gl_{trat}, gl_{ee})$
Error experimental	(t-1)*(b-1)	SC _{ee}	SC _{ee} /gl _{ee} = CM _{ee}		
Total	(t*b) - 1	SC _{total}			

3.3.4. Características del campo experimental

a. Bloques

Número de bloques : 4

Largo	:	100.00 m.
Ancho	:	10.00 m.
Distancia entre bloque	:	1.00 m
Área total del bloque	:	1000.00 m ²

b. Parcelas

Número	:	40
Largo	:	10.00 m.
Ancho	:	10.00 m.
Área total de parcela	:	100.00 m ²
Área parcela neta	:	64.00 m ²

c. Dimensiones del campo experimental

Largo	:	100.00 m.
Ancho	:	43.00 m.
Distancia entre bloque	:	1.00 m.
Área total del experimento	:	4300.00 m ²

3.4. Metodología

3.4.1. Demarcación del campo experimental

Para la demarcación del campo experimental se procedió de acuerdo a las características del croquis (Anexo, Figuras 5 y 6), se determinó el área de estudio donde hubo homogeneidad de malezas, cultivo y de suelo, con ayuda de una wincha métrica y estacas se procedió a demarcar las parcelas de cada tratamiento y repeticiones separadas por rafia, estacas y carteles que indicaron el número de tratamientos y bloques.

3.4.2. Identificación de las malezas en el campo experimental

Se realizó la recolección y herborización de las especies existentes en el campo experimental, inmediatamente después las muestras frescas fueron llevadas al Laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María, para su identificación. Para la identificación de las especies, se utilizaron vademécums y herbarios y, el asesoramiento del Ing. Manuel Viera Huiman.

3.4.3. Determinación del porcentaje de malezas

El porcentaje de malezas se determinó antes de la aplicación de los tratamientos por el método visual del m² recomendado por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974), que consistió en construir un marco cuadrado de madera de 1 x 1 m., luego se analizaron áreas de 1 m² distribuidas al azar en cada parcela, en las cuales se contó la cantidad existente de malezas de hoja ancha y hoja angosta, así como también en seguida se tomó datos de altura, con una regla de 30 cm.

3.4.4. Muestreo de suelo

Se procedió a sacar las muestras de suelo haciendo un recorrido en forma de "zig zag", a un distanciamiento de 5.0 m entre hoyos y una profundidad de 30 cm, utilizando un muestreador de suelo; posteriormente las muestras fueron secadas bajo sombra, mullidas, homogenizadas y tamizadas con malla de 2 mm, obteniendo una muestra representativa de 1.0 kg de suelo, la misma que fue analizada en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.4.5. Calibración del equipo

Se llenó el equipo con agua de acuerdo a cada volumen; por ejemplo para un gasto de agua de 300 L/ha se utilizó 3 L de agua en 100 m², para iniciar la aplicación del agua de forma uniforme en la parcela, con ritmo constante de velocidad, presión y una altura determinada de la boquilla, con respecto al suelo.

3.4.6. Preparación de la dosis

Se hizo en el mismo envase, es decir en la misma bomba de mochila aplicando primero el volumen de agua y luego se agregó la dosis respectiva de Glufosinato de amonio, finalmente se agitó bien para homogenizar la solución.

3.4.7. Aplicación de los herbicidas

La aplicación de los herbicidas se efectuó a los 20 días después de haber uniformizado las malezas del campo experimental, cuando los rebrotes de las malezas alcanzaron un tamaño de 20 a 25 cm, después del corte, se usó una mochila Jacto de 20 L de capacidad, donde se tuvo en cuenta la altura, presión de salida del agua, velocidad constante de aplicación, hora adecuada, el clima y una agitación constante de la solución para así evitar la sedimentación que se puede obstruir la boquilla y afectar la uniformidad de la aplicación.

3.4.8. Determinación del efecto fitotóxico de control

Las evaluaciones se realizaron a los 7, 15, 30 y 45 días de aplicado. Para ello se utilizó el método visual y con la ayuda de la escala propuesta por la ALAM (1974) que se presenta a continuación:

Índice de control (%)

00 – 40

Denominación

Ninguno o pobre

41 – 60	Regular
61 – 70	Eficiente
71 – 80	Bueno
81 – 90	Muy bueno
91 – 100	Excelente

3.4.9. Determinación del efecto residual

Para determinar el poder residual de los tratamientos se realizaron evaluaciones a los 60, 75 y 90 días después de la aplicación, procediendo a verificar el grado de control de las malezas y determinando el tiempo transcurrido de la aplicación hasta el inicio de la aparición de nuevas malezas o de los rebrotes respectivos (el rebrote es inverso al poder residual, por lo que cuando el grado sea 100 % el poder residual será 0 %); es decir la presencia del rebrote indica que el herbicida ya no está activo. 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 su acción (ROJAS, 2010).

3.4.10. Determinación del análisis económico

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 por día de control de malezas para una hectárea (HELFGOTT, 1987).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de control

En los Cuadros 13, 14, 15 y 16 del anexo se presentan los datos originales del porcentaje de control de malezas a los 7, 15, 30 y 45 días respectivamente, después de la aplicación (dda) de los herbicidas. En el Cuadro 8, se presentan los siguientes datos registrados en porcentaje, en el que se observa que a los 7, 15, 30 y 45 días después de la aplicación de los herbicidas, existen diferencias significativas para el efecto de bloques para algunas evaluaciones, pero si existe diferencias altamente significativas para el efecto de los tratamientos para todas las evaluaciones, asegurando de esta manera que por lo menos un tratamiento fue diferente del otro. Los coeficientes de variabilidad fueron 4.80, 3.47, 5.42 y 7.35 % para el porcentaje de control a los 7, 15, 30 y 45 dda respectivamente, son aceptables para las condiciones en que se realizó el experimento.

Cuadro 8. Resumen del análisis de varianza del porcentaje de control a los 7, 15, 30 y 45 días después de la aplicación (dda) de los herbicidas.

Fuente de variación	G.L	7 dda		15 dda		30 dda		45 dda	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Bloques	3	2.49	NS	5.97	NS	24.27	S	38.49	S
Tratamientos	9	3622.11	AS	3619.39	AS	3078.27	AS	2964.11	AS
Error experimental	27	16.42		8.34		15.38		19.97	
Total	39								
C.V. (%)		4.80		3.47		5.42		7.30	

NS : No existen diferencias significativas.

AS : Existe diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

S : Existe diferencias estadísticas al 5 % de probabilidad.

En el Cuadro 9, se presenta la comparación de medias correspondiente al porcentaje de control de malezas, donde se observa: a los 7 días después de la aplicación de los herbicidas en estudio, existe diferencia estadística entre los tratamientos, siendo los tratamientos T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha), T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha), T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha) y T₉ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 500 L agua/ha) los que ocupan el primer lugar con un control por encima del 95 %, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos, pero sin diferir entre ellos, mientras que el tratamiento T₁₀ (testigo absoluto), ocupó el último lugar puesto que no se le aplicó ningún método de control. A los 15, 30 y 45 días después de la aplicación los tratamientos T₆, T₂ y T₃, mostraron mejor efecto de control diferenciándose estadísticamente de los demás.

Los herbicidas muestran probada eficacia para el control de malezas, tal como se puede observar en el Cuadro 9, donde los tratamientos alcanzan su máximo potencial de control a los siete días después de la aplicación de los herbicidas, que va desde 85 % de control en el tratamiento T₇ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 500 L agua/ha) hasta el 100 % de control en los tratamientos T₆ y T₂. El mayor efecto de control estaría relacionado con la dosis y concentración del caldo, por lo que en los tratamientos T₆ y T₂ el Glufosinato de amonio se encuentra más concentrado, mientras que en tratamiento T₇ la concentración del Glufosinato es mínima (2 L de Glufosinato de amonio en 200 L de agua), no logrando destruir por completo el tejido vegetal de las malezas, reflejando un 87 % de control. Al respecto BAYER (2010), menciona que la respuesta del Glufosinato de amonio es inmediata, por lo que los síntomas se inician a los dos

a cinco días con decoloraciones amarillo-pálidas de las partes verdes de la planta y los cinco a diez días se produce desecamiento total, sin embargo, estos síntomas están condicionados a factores de clima, especies, dosis y condiciones climáticas.

A los 15, 30 y 45 dda los tratamientos T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha), T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha), T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha), mostraron mejor efecto de control diferenciándose estadísticamente de los demás.

La precipitación es favorable para el crecimiento y desarrollo de las malezas, la ejecución del experimento coincidió con los meses de época lluviosa, entre los meses de febrero a mayo se presentó una alta precipitación (Cuadro 2), esto coincide con los resultados de VARGAS *et al.* (2012) y lo mencionado MONTOYA (1977) quien sugiere que los experimentos deben de realizarse en épocas de mayor precipitación ya que en esas condiciones la maleza está en su máximo desarrollo por consiguiente se obtendrá resultados de eficiencia de los herbicidas en condiciones adversas.

Los resultados del grado de fitotoxicidad y residualidad, han sido afectados por diversos factores siendo uno de ellos los factores climatológicos, donde la temperatura media fue de 21.87 °C y la precipitación pluvial fue de 350.74 mm (considerada como alta) durante el periodo de 5 meses que duró el experimento. Por otro lado, SALISBURY y ROSS (2000), sostienen que los herbicidas actúan mejor cuando existe un baja o mínima precipitación evitando el lavado de productos de las hojas y una temperatura de 23 a 25 °C, ideales para su mejor acción que está relacionada con la actividad fotosintética de las malezas.

Cuadro 9. Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) del porcentaje de control a los 7, 15, 30 y 45 días después de la aplicación (dda) de los herbicidas.

7 dda			15 dda			30 dda			45 dda		
Clave	(%)	Sig.	Clave	(%)	Sig.	Clave	(%)	Sig.	Clave	(%)	Sig.
T ₂	100.00	a	T ₂	100.00	a	T ₆	97.00	a	T ₂	90.00	a
T ₆	100.00	a	T ₆	100.00	a	T ₂	95.00	a	T ₃	90.00	a
T ₃	98.00	ab	T ₃	98.00	ab	T ₃	95.00	a	T ₆	90.00	a
T ₅	95.00	abc	T ₁	95.00	b	T ₅	80.00	b	T ₉	70.00	b
T ₉	95.00	bc	T ₅	95.00	b	T ₉	80.00	b	T ₁	60.00	c
T ₁	93.00	bc	T ₉	95.00	b	T ₁	75.00	b	T ₅	60.00	c
T ₈	90.50	cd	T ₄	85.00	c	T ₈	75.00	bc	T ₄	50.00	cd
T ₄	90.00	cd	T ₈	85.00	c	T ₄	65.00	cd	T ₈	50.00	d
T ₇	85.00	d	T ₇	79.00	d	T ₇	65.00	d	T ₇	48.00	d
T ₁₀	0.00	e	T ₁₀	0.00	e	T ₁₀	0.00	e	T ₁₀	0.00	e

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

Leyenda:

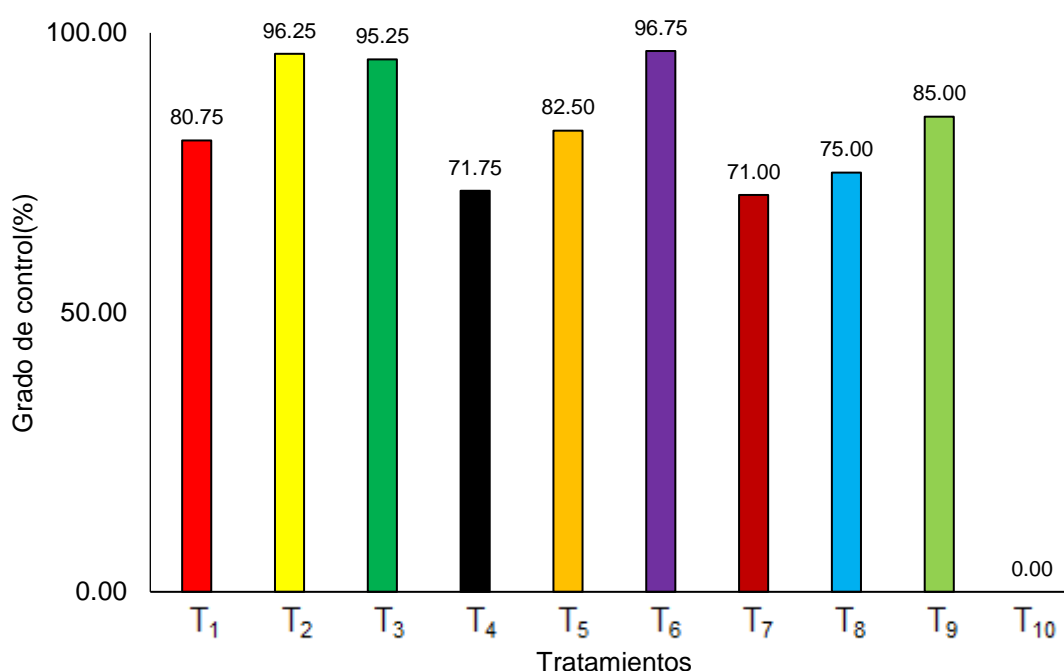
T₁ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 300 L agua/ha)
T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha)
T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha)

T₄ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 400 L agua/ha)
T₅ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 400 L agua/ha)
T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha)

T₇ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 500 L agua/ha)
T₈ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 500 L agua/ha)
T₉ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 500 L agua/ha)

T₁₀ (Testigo)

En la Figura 2 se presentan los grados de control de malezas, obtenidos del promedio de los datos originales, donde se verifica que a los 30 y 45 días después de la aplicación, los tratamientos T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha), T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha) y T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha), superan a los demás tratamientos con más del 95.25 % de control.



Leyenda:

- | | |
|---|---|
| T ₁ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 300 L agua/ha) | T ₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha) |
| T ₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha) | T ₇ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 500 L agua/ha) |
| T ₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha) | T ₈ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 500 L agua/ha) |
| T ₄ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 400 L agua/ha) | T ₉ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 500 L agua/ha) |
| T ₅ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 400 L agua/ha) | T ₁₀ (Testigo) |

Figura 2. Promedio del grado de control de malezas.

Para los resultados de control del experimento que se presenta en la Figura 3, se ha creído conveniente agrupar en una sola curva a los tratamientos que pertenecen a un solo grupo (dosis de acción en sus diferentes gastos de agua), por lo que para la construcción de la curva de regresión tuvo lugar el promedio de los tratamientos. Con respecto al porcentaje de control a los 60, 75 y 90 días,

se determinó teniendo en cuenta que el rebrote es inverso al poder residual, por lo que cuando el grado de rebrote sea 100 % el poder residual será 0 %.

Las curvas que se muestran (Figura 3), se ajustan a dos tipos de función polinómica, una que es lineal ($y = bx + a$), donde están incluidos los tratamientos T₂, T₄, T₅, T₇, T₈, y T₉, y otra que es cuadrática ($y = bx^2 + ax + c$), donde están incluidos los tratamientos T₂, T₃ y T₆. De las ecuaciones presentadas “Y” representa variable dependiente o el porcentaje de control, mientras la variable independiente “X” es el tiempo transcurrido desde la primera aplicación de los tratamientos y A, B y C son constantes de regresión.

Los coeficientes de correlación (R^2) de las curvas que describen los tratamientos son más del 95 %, indican que hay un buen grado de asociación entre cada evaluación, por lo que las ecuaciones construidas a partir de los porcentajes de control, tienen una confiabilidad de más del 95 % para realizar estimaciones y predicciones. Por otro lado, se observa que a los 90 días los tratamientos T₂, T₃ y T₆ tienen un mayor porcentaje de control, el cual que indica un mayor efecto residual en la planta, en comparación con los demás tratamientos.

Los diferentes tratamientos evaluados manifestaron una acción diferente sobre las malezas, los coeficientes de variabilidad son bajos debido a la homogeneidad del complejo de malezas en todas las parcelas (la distribución de las malezas era uniforme en todo el campo experimental por lo que cada uno de las parcelas con un complejo similar a las demás parcelas), es así que los datos obtenidos de parcelas correspondientes al mismo tratamiento no son muy variables lo que dio como resultado coeficientes de variabilidad bajos.

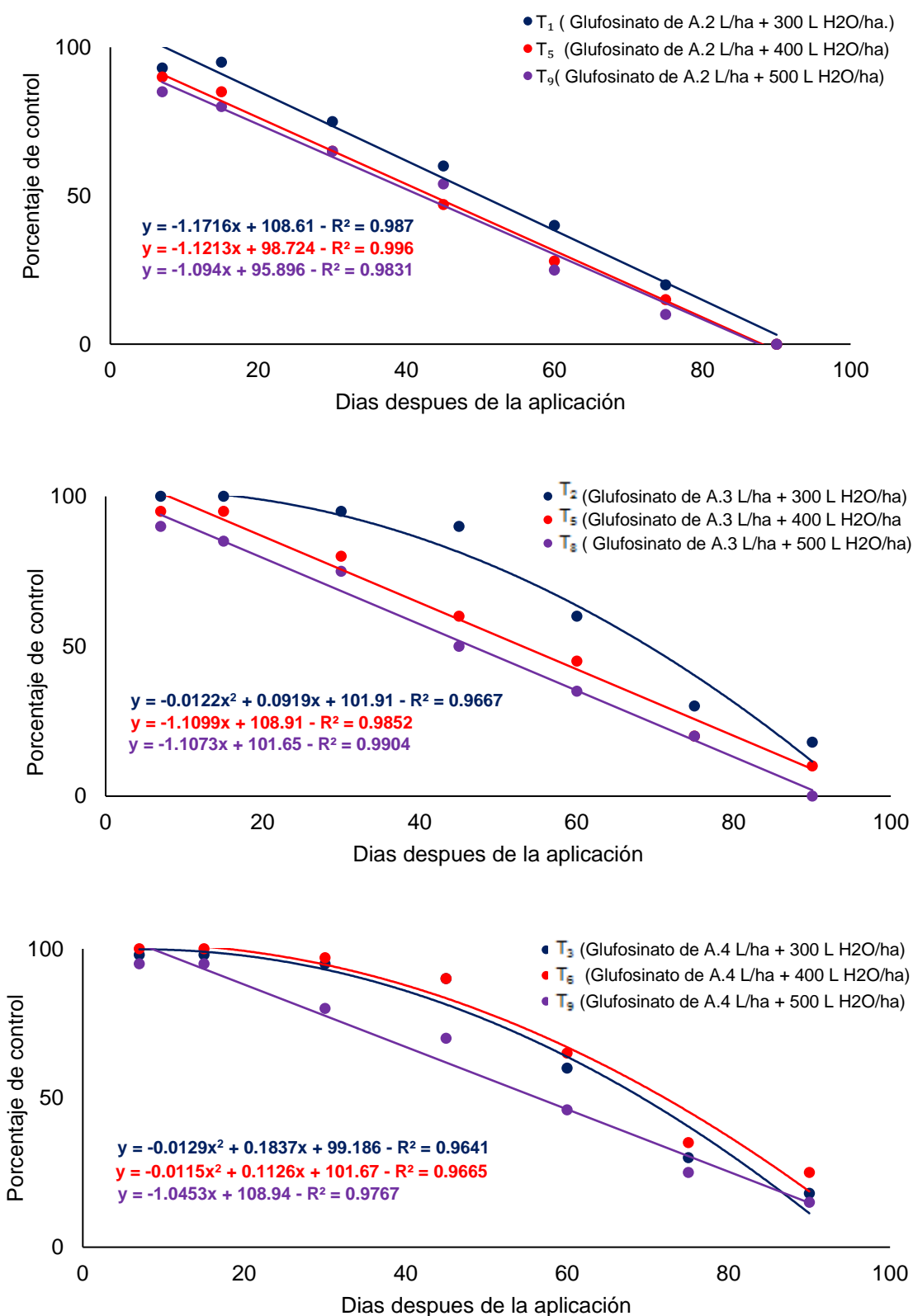


Figura 3. Curvas de tendencia del efecto de la dosis y volúmenes de agua en la eficiencia del herbicida en el tiempo.

El efecto acelerado a los siete días de los tratamientos T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha), T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha), T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha) y T₉ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 500 L agua/ha), (Cuadro 9), se le atribuye básicamente a la dosis y el modo de acción del ingrediente activo por la que está compuesta el herbicida, en este caso los tratamientos T₆, T₃, T₉ y T₂ tienen dosis altas de 3 y 4 L/ha, mientras los tratamientos que tienen dosis de 2 L/ha tuvieron los más bajos porcentajes de control debido a que el ingrediente activo no es suficiente para inhibir los procesos fisiológicos de la planta mostrando porcentajes menores del 95%, el cual es inusual en herbicidas de contacto, este evento es corroborado por VITTA y FACCINI (2004), hacen referencia que la velocidad de penetración del herbicida es proporcional a la dosis de aplicación.

Por lo que se cree que sería uno de los factores que hayan influido en el buen control del Glufosinato de amonio a mayores dosis, sin embargo, hay un punto donde el incremento de la dosis ya no es significativo, tal como ocurre con el tratamiento T₂ (dosis de 3 L/ha de Glufosinato de amonio) que no tiene diferencias significativas con los tratamientos T₆, T₃ y T₉ cuya dosis es de 4L/ha, esto se debería básicamente al volumen de agua utilizada. Con respecto a la dosis de aplicación WORTHINGTON y HANCE (1991), menciona que un factor que determina la eficiencia de los herbicidas es la dosis de aplicación, así muchos herbicidas son selectivos a bajas dosis, sin embargo, cuando se les incrementa la dosis se comportan como un herbicida total.

Por otro lado el Glufosinato de amonio es básicamente un herbicida de contacto, parcialmente sistémico y total, por lo que se podría afirmar que ha sido

un factor determinante en los resultados del experimento, es así que se ve porcentajes de control con más del 95 % a los siete días después de la aplicación llegando hasta 100 % control en los tratamientos T₆ y T₂, este hecho es corroborado por BAYER (2010), quien afirma que Glufosinato de amonio actúa interfiriendo la acción de la enzima glutamina-sintetasa, la cual cataliza la síntesis del aminoácido glutamina como resultado el metabolismo del amonio en la planta es alterado poco después de la aplicación del Glufosinato de amonio.

A los 15, 30 y 45 días los después de la aplicación, los tratamientos T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha), T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha) y T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha) siguen manteniendo superioridad para el porcentaje de control, mientras los tratamientos T₄ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 400 L agua/ha) y T₇ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 500 L agua/ha) tienen un menor efecto para todas evoluciones, debido a que se aplicó una dosis baja del ingrediente activo. Sin embargo, es notable la disminución progresiva del porcentaje de control a partir del día 30 por lo que la significancia entre tratamientos es cada vez más marcada en el tiempo, una explicación a este fenómeno es la aparición de rebrotes debido al poco ingrediente activo suministrado y otros factores externos, por lo que el control va disminuyendo. Al respecto, MARTEL (2012), menciona que la disminución del porcentaje control del Glufosinato de amonio, se inicia a partir de los 15 o 30 días.

En lo referente a la relación dosis volumen aplicadas para cada tratamiento se puede apreciar que a mayor dosis y a un volumen medio, hay una respuesta inmediata en lo que se refiere al porcentaje de control de las malezas, por lo que

se puede ver en los tratamientos T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha), T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha) y T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha), tienen mejor control en comparación con los demás tratamientos, el tratamiento T₆ usa un volumen de 400 L de agua/ha y resulta tener el mejor control que los tratamientos que usan 300 L de agua /ha, por lo que se piensa que al aumentar el volumen daría mejores resultados con el principio de que hay una mayor asperjado del ingrediente activo.

Sin embargo se observa en los tratamientos T₇, T₈ y T₉ donde para la aplicación del herbicida se utilizó 500 L de agua/ha tuvieron porcentajes bajos de control, este hecho permite afirmar que el porcentaje de control no aumenta al aumentar el volumen de agua, sino que hay un volumen máximo, el cual está influenciado por las dosis, como ya se ha estado mencionando anteriormente, esto coincide que con los resultados de VARGAS *et al.* (2012), y lo que indican KOGAN y PÉREZ (2003), quienes afirman que uno de los factores para que los herbicidas no tengan un efecto significativo puede ser que a dosis bajas tienen un menor efecto, en especial si se utilizan volúmenes altos de agua, más por el contrario ésta aumenta su eficacia cuando se aumenta la dosis.

Sin embargo se puede apreciar una cierta relación en los tratamientos de concentración en el caldo final, por lo que se podría decir que hay un mayor efecto de control cuando se utiliza concentraciones elevadas de ingrediente activo, este hecho se observa claramente en los tratamientos que mejores resultados han tenido (T₆, T₃ y T₂), donde las relaciones dosis (L/ha) y volumen (L/ha) de agua era menor igual a 1/100, mientras que en los demás tratamientos, el producto se había diluido a una relación mayor de 1/125, por lo que lo tuvieron

menor efecto de control. Al respecto ALISTER y KOGAN (2004), mencionan que a volúmenes relativamente bajos demuestran mayor actividad en el producto y se piensa que en la medida que aumenta el agua se produce una exagerada dilución, además de existir una importante cantidad de iones en solución y materiales coloidales en suspensión, al aumentar el volumen de aplicación el efecto negativo de ellos se hace evidente.

Al respecto del volumen de aplicación, BUHLER y BURSIDE (1983) y PERÉZ y KONGAN (2003), coinciden en que los herbicidas de contacto para que sean eficientes necesitan una mayor cantidad de volumen de agua para el asperjado, sin embargo, los volúmenes óptimos de agua fluctúan entre 250 a 400 L/ha, mientras que RODRÍGUEZ (2012) y BAYER (2010), coinciden en que el volumen adecuado para herbicidas de contacto es de 200 a 600 L de agua/ha. El volumen de agua varía de acuerdo a muchos factores una de ellos es el tamaño de las malezas, en el experimento las malezas tenían una altura promedio de 20 cm por lo que los volúmenes aplicados eran mayores a 200 L de agua/ha.

4.2. Poder residual de los herbicidas

En el Cuadro 10, se observa que existen diferencias significativas para el efecto de bloques; asimismo, se muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en estudio, es decir que con al menos un tratamiento se obtiene resultados diferentes en cada evaluación. Los valores de los coeficientes de variación a los 60, 75 y 90 días después de la aplicación fueron 8.70, 12.13 y 24.02 % respectivamente, valores que son aceptables para las condiciones en que se realizó el presente experimento.

Cuadro 10. Resumen del análisis de varianza del porcentaje de rebrote de malezas a los 60, 75 y 90 días después de la aplicación.

Fuente de variación	G.L	60 dda		75 dda		90 dda	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Bloques	3	28.87	S	23.27	S	9.60	S
Tratamientos	9	1545.96	AS	432.22	AS	381.51	AS
Error experimental	27	12.35		6.23		4.27	
Total	39						
C.V. (%)		8.70		12.18		24.02	

C.V. : Coeficiente de variabilidad.

NS : No existen diferencias significativas.

AS : Existe diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

S : Existe diferencias estadísticas al 5 % de probabilidad.

En el Cuadro 11, se presentan la comparación de medias correspondiente al poder residual de los diferentes tratamientos en estudio. La residualidad de los tratamientos estuvo determinada por la presencia de rebrotes de las malezas. A los 60 y 70 dda de los tratamientos, el tratamiento T₄ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 400 L agua/ha) y T₇ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 500 L agua/ha), demostraron mayores porcentajes de rebrote más del 70% , mientras que los tratamientos T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha), T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha) y T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha) mostraron los porcentajes bajos de rebrote sin diferir estadísticamente entre ellos. A los 90 días se observa que los tratamientos T₆, T₂ y T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha), T₉ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 500 L agua/ha) y T₅ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 400 L agua/ha), no perdieron su efecto residual, mientras que los demás tratamientos perdieron su efecto residual con un con un porcentaje rebrote del 100%.

Cuadro 11. Comparación de medias (Duncan $\alpha= 0.05$) del porcentaje de rebrote de malezas los 60, 75 y 90 días después de la aplicación de los herbicidas.

60 dda			75 dda			90 dda		
Clave	(%)	Sig.	Clave	(%)	Sig.	Clave	(%)	Sig.
T ₆	35.00	a	T ₆	65.00	a	T ₆	75.00	a
T ₂	40.00	a	T ₂	70.00	ab	T ₂	82.00	b
T ₃	41.00	a	T ₃	70.00	ab	T ₃	82.00	b
T ₉	54.00	b	T ₉	75.00	bc	T ₉	85.00	b
T ₅	55.00	bc	T ₁	80.00	cd	T ₅	90.00	c
T ₁	60.00	cd	T ₅	80.00	cd	T ₁	100.00	d
T ₈	65.00	d	T ₈	80.00	cd	T ₄	100.00	d
T ₄	72.00	e	T ₄	85.00	de	T ₇	100.00	d
T ₇	75.00	e	T ₇	90.00	e	T ₈	100.00	d
T ₁₀	0.00	f	T ₁₀	0.00	f	T ₁₀	0.00	e

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

Leyenda:

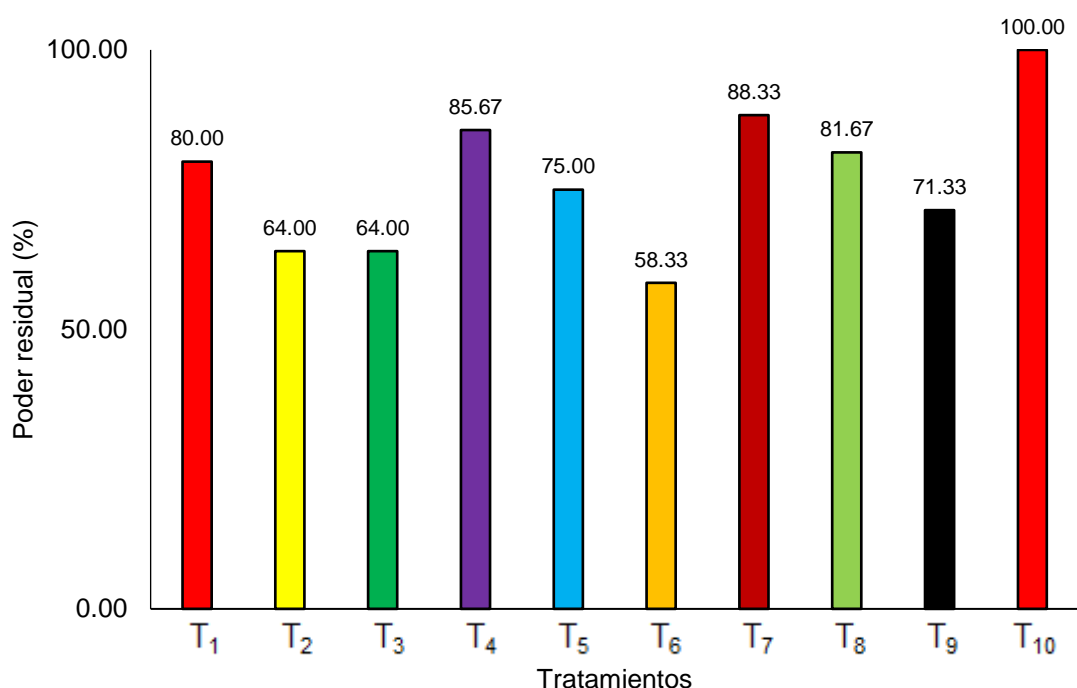
T₁ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 300 L agua/ha)
 T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha)
 T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha)

T₄ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 400 L agua/ha)
 T₅ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 400 L agua/ha)
 T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha)

T₇ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 500 L agua/ha)
 T₈ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 500 L agua/ha)
 T₉ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 500 L agua/ha)

T₁₀ (Testigo)

Los coeficientes de variabilidad tienden a disminuir a partir del día 60, debido al aumento del grado de rebrote, esto se debe que en el transcurso de del experimento, los valores del porcentaje van aumentando y esto da lugar a que las variaciones de los datos sean mayores. En la Figura 4, se presenta el grado de rebrote de malezas, obtenidos de los promedios de los datos originales.



Leyenda:

T₁ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 300 L agua/ha)
T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha)
T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha)
T₄ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 400 L agua/ha)
T₅ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 400 L agua/ha)

T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha)
T₇ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 500 L agua/ha)
T₈ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 500 L agua/ha)
T₉ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 500 L agua/ha)
T₁₀ (Testigo)

Figura 4. Grado de rebrote de malezas.

A los 60 días después de la aplicación de los herbicidas, el tratamiento T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha), T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha) y T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha) tienen los menores porcentajes de rebrote que van desde 35 a 41 % de porcentaje de rebrote sin diferir estadísticamente entre ellos, mientras que a los 70 días los T₆, T₂ y T₃ mantienen su superioridad pero con un aumento progresivo de rebrote,

esto puede ser corroborado por ROJAS (2010), quien comprobó que a mayores dosis Glifosato de amonio, mayor es la persistencia del producto en la planta y que el Glifosato de amonio aplicado a una dosis de 3 y 4 L/ha tuvieron efecto residual hasta a los 91 días con un 5% de control, mientras a una dosis de 2 L/ha solo tuvo su efecto hasta 80 días después de la aplicación. A los 90 días después de la aplicación los tratamientos T₁, T₈, T₇, T₄ y T₁₀ pierden el poder residual con un rebrote de 100 %, mientras que los demás tratamientos siguen haciendo efecto con porcentajes menores de 90 % de rebrote, al respecto MARTEL (2012), probó el efecto de dosis de Glufosinato de amonio (1, 2, 3, 4 L/ha) observando que perdieron su efecto residual entre los 70 y 90 dda de los herbicidas.

En la Figura 5, se muestra los porcentajes de control del Glufosinato de amonio en el tiempo, a diferentes dosis y volúmenes de agua donde se observa que en los tratamientos T₃, T₆, T₂, T₅ y T₉ tienen un buen poder residual que va hasta los 90 días, sin embargo estos difieren en sus ecuaciones siendo cuadráticas ($y = bx^2 + ax + c$). El tratamiento T₁ se ajustan a ecuaciones lineales ($y = bx + a$), esto debido a que en los tratamientos que se ajustan a ecuaciones lineales disminuyen rápidamente su efecto de control, mientras que los tratamientos que se ajustan a ecuaciones cuadráticas disminuyen lentamente en el tiempo, por lo que tienen un mejor efecto de control aun cuando el poder residual sea igual. Al respecto, KOGAN y PÉREZ (2003), mencionan que por lo general las curvas que describe el Glifosato tiene una tendencia curvilínea, exponencial, potencial y logarítmica para el control, mientras las mezclas con herbicidas de contacto por lo general la tendencia es lineal.

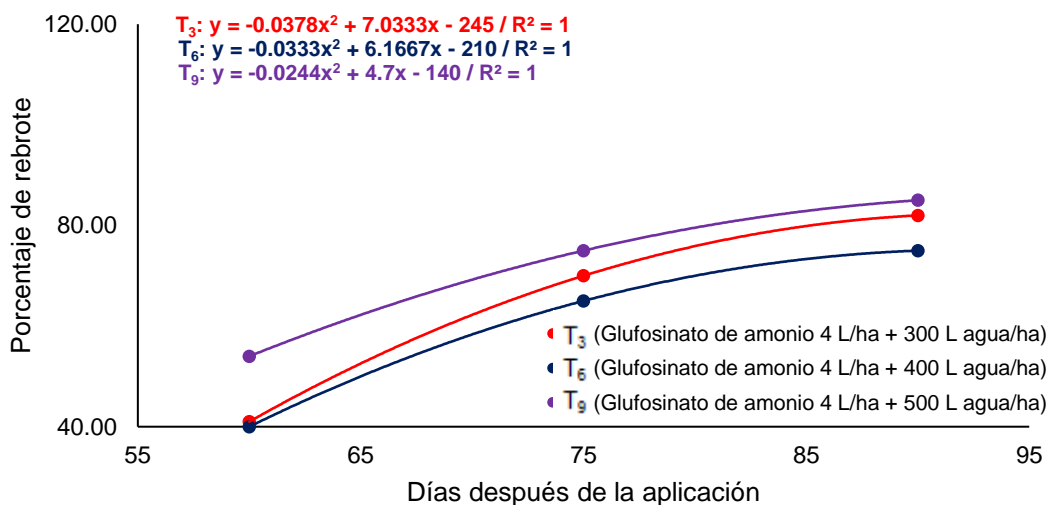
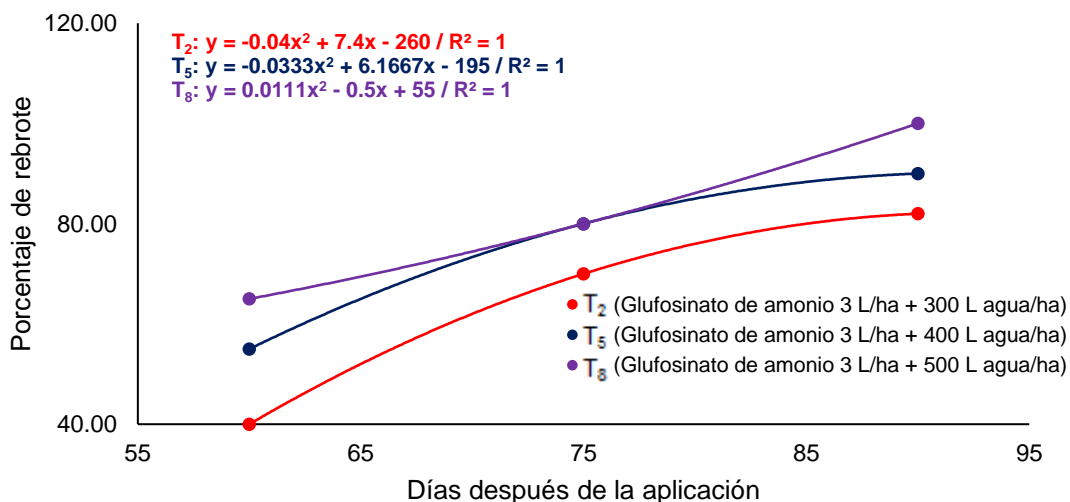
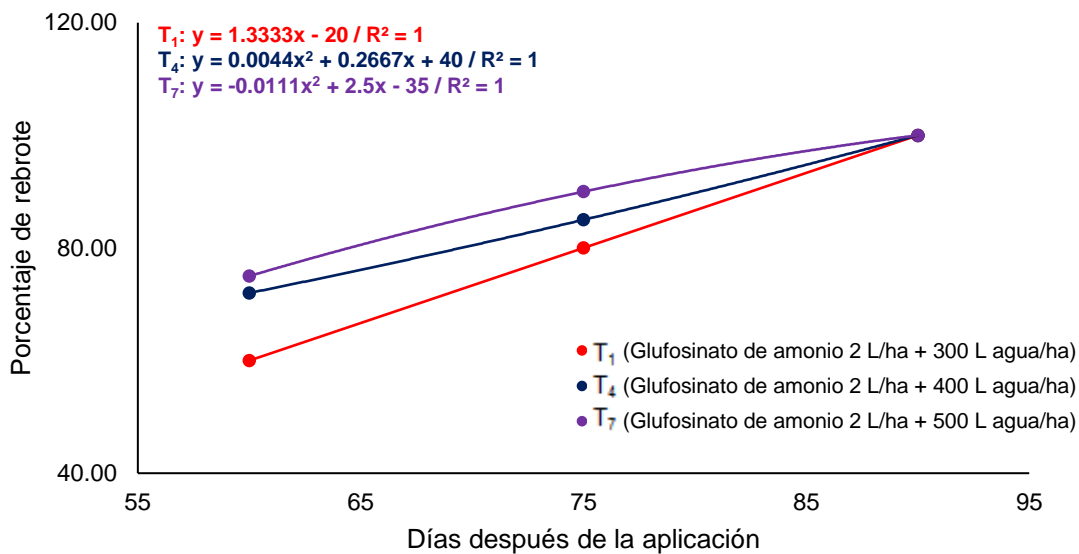


Figura 5. Curvas de tendencia del porcentaje de rebrote.

Al evaluar las ecuaciones para los tratamientos con mejor poder residual se encontró que el tratamiento T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha) y T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha), pierden su poder residual a los 95 días, mientras que el tratamiento T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha), pierde su poder residual a los 90 días después de la aplicación con una confiabilidad del 95 %, resultando el mejor tratamiento en comparación con los demás. Por otro lado, la capacidad de rebrote de las malezas no solo estaría influenciada por la dosis y el volumen de aplicación sino también al equipo de aplicación. Para el experimento se utilizó una fumigadora convencional, para todos los tratamientos, por lo que no se puede ver un efecto comparativo; al respecto SORIA (2000), mencionan que la capacidad de rebrote de una maleza es menor cuando se aplica con equipos de gota controlada (CDA) pese a que los convencionales requieren mayor volumen de agua.

4.3. Testigo

El testigo T₁₀ (Testigo absoluto) en todas las evaluaciones después de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 9), presenta un efecto de control cero, esto debido a que no se realizó ningún control de malezas con el único fin de que sirva como fuente de referencia del porcentaje de infestación de malezas en el campo experimental al momento de la ejecución del experimento y el grado de control de éstas, por parte de los tratamientos aplicados en las demás parcelas o unidades experimentales, no obstante se observa que el grado de infestación de malezas se incrementa progresivamente en el tiempo de 100 % en la primera evaluación hasta la última evaluación donde la infestación se cuadruplica, en cual corresponde a 100 cm de tamaño promedio de las malezas,

además hubo incrementos en los problemas sanitarios y disminución de la producción, el cual no ocurre con los demás tratamientos donde se aplicó el control químico, al respecto MEDRANO (1996), menciona que *Theobroma cacao* L., no es ajeno al daño ocasionado por las malezas, ya que disminuyen el 30 % de la producción de cacao.

Debe destacarse que, durante el periodo del experimento, sobre todo en los meses de febrero y marzo. Los factores climáticos (Cuadro 2) que se presentaron en los meses de febrero a abril como la alta precipitación (350.74 mm), temperatura media (21.87 °C) y humedad relativa (85.6 %) favorecieron el rebrote de las malezas, esto es corroborado por AZCÓN y TALÓN (2008), quienes afirman que el incremento de la temperatura humedad y precipitación tiene un efecto acelerador sobre los procesos bioquímicos de las plantas.

4.4. pH del agua

Del análisis de agua (Cuadro 3), se tiene que el pH es alcalino (7.5), por lo que fue un factor que ha influenciado en la eficiencia de Glufosinato de amonio, puesto que la mayoría de herbicidas actúan mejor en pH menores de 7. El efecto del pH de la solución según KOGAN y PÉREZ (2003), tiene que ver con aspectos relacionados como la estabilidad y vida media de agroquímicos (pesticidas) así como con la performance de los herbicidas en lo que se llega a relacionar a su penetración.

Los cationes Ca y Mg son los que determinan la dureza del agua, cuándo esta es alta se inactiva parcialmente el ingrediente activo. En el análisis de agua que se realizó, se observa valores de 48.5 y 4.0 ppm para los cationes de Ca y

Mg respectivamente, los cuales representan a una dureza total de 137.25 CaCO₃ ppm, el cual según LEIVA (2010), corresponde a agua semidura, por lo que no tiene mucha influencia en el porcentaje de control de malezas.

4.5. Análisis económico

En el Cuadro 12, se indica en forma detallada los costos de los herbicidas y del jornal para cada tratamiento, datos expresados en hectáreas. Para el caso el poder residual se tomará en cuenta el día en que el poder residual haya sido nulo. Se consideraron dos jornales requeridos para la aplicación de los herbicidas en estudio para una hectárea de campo infestado, trabajando ocho horas diarias.

Asimismo, para determinar los costos de aplicación de los tratamientos, se consideró todos los tratamientos que demostraron mejor efecto de control para relacionarlo con el poder residual. Se observó que los tratamientos T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha), T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha), T₈ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 500 L agua/ha) y T₉ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 500 L agua/ha) presentaron el mayor costo de control por tratamiento por encima de los 3.00 soles.

Los tratamientos T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha) y T₅ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 400 L agua/ha) presentaron un costo intermedio (2.556 soles). Los tratamientos T₁ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 300 L agua/ha), T₄ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 400 L agua/ha) y T₇ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 500 L agua/ha) presentaron el menor costo de tratamiento (2.267soles) por día de control.

Cuadro 12. Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Clave	Precio del producto por tratamiento (S/.)	Mano de obra (jornal)	Precio de mano de obra(S/.)	Costo total (S/.)	Potencial de control (%)	Poder residual (Días)	Costo de tratamientos por día de control (S/.)
T ₁	60(2)	2.00	25.00	170.00	093.00	75.00	2.27
T ₂	60(3)	2.00	25.00	230.00	100.00	90.00	2.56
T ₃	60(4)	2.00	25.00	290.00	98.00	90.00	3.22
T ₄	60(2)	2.00	25.00	170.00	90.00	75.00	2.27
T ₅	60(3)	2.00	25.00	230.00	95.00	90.00	2.56
T ₆	60(4)	2.00	25.00	290.00	100.00	90.00	3.22
T ₇	60(2)	2.00	25.00	170.00	85.00	75.00	2.27
T ₈	60(3)	2.00	25.00	230.00	90.00	75.00	3.07
T ₉	60(4)	2.00	25.00	290.00	95.00	90.00	3.22
T ₁₀	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Leyenda:

T₁ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 300 L agua/ha)
T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha)
T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha)

T₄ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 400 L agua/ha)
T₅ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 400 L agua/ha)
T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha)

T₇ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 500 L agua/ha)
T₈ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 500 L agua/ha)
T₉ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 500 L agua/ha)

T₁₀ (Testigo)

Los tratamientos tuvieron resultados significativos en la escala de medición cualitativa, donde están por encima del rango de bueno (ALAM, 1974), 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 (Cuadro 12), se puede apreciar en los tratamientos T₁ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 300 L agua/ha), T₄ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 400 L agua/ha) y T₇ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 500 L agua/ha) pese a que tienen un bajo costo por día de control, no resultó rentable, ya que su poder residual es de 75 días, además tienen un control máximo por debajo del 93 %.

Por otro lado los tratamientos T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha), T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha), T₈ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 500 L agua/ha) y T₉ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 500 L agua/ha) tuvieron controles de más 90 % llegando hasta el 100 % en el tratamiento T₆, sin embargo no resultaron convenientes ya que tienen costos mayores de 3.00 soles, mientras el tratamiento T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha) que tuvo un costo intermedio de (2.267 soles) resultó ser el tratamiento más económico ya que tiene un control de 100 % a los 7 días después de la aplicación y con un poder residual que va hasta los 90 días, este hecho permite recomendar al agricultor el uso del tratamiento Glufosinato de amonio a una dosis de 3 L/ha con un volumen de agua de 300 L/ha. Al respecto MARTEL (2012), hizo estudios en el efecto del Glufosinato de amonio en malezas de café donde los mejores tratamientos fueron las dosis de 3 y 4 L/ha con un gasto de agua de 400 L/ha.

V. CONCLUSIONES

1. El tratamiento T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha), T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha) y T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha) controlaron más del 98 % de malezas, mostrando un potencial de control excelente, mientras que los tratamientos T₄ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 400 L agua/ha) y T₇ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 500 L/ha), controlaron 85.5 y 90 % respectivamente, mostrando un control muy bueno.
2. Los tratamientos T₁ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 300 L agua/ha), T₈ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 500 L agua/ha), T₄ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 400 L agua/ha) y T₇ (Glufosinato de amonio 2 L/ha + 500 L agua/ha), mostraron menor poder residual al presentar 100 % de rebrote a los 75 días, mientras que los tratamientos T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha), T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha) y T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha) tienen buen poder residual ya que presentaron 75 % de rebrote respectivamente, a los 75 días después de la aplicación.
3. El tratamiento T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha) resultó ser el tratamiento más económico ya que tiene un costo de control de 2.56 soles por día, además tiene un potencial de control de 100 % a los siete días después de la aplicación y con un poder residual que va hasta los 90 días.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para el control de malezas en el cultivo de cacao en épocas de intensas lluvias, se recomienda como primera opción aplicar Glufosinato de amonio a una dosis de 3 L/ha con un volumen de aplicación de 300 L/ha y como segunda opción el mismo producto herbicida a una dosis de 3 L/ha, con un volumen de aplicación de 400 L/ha.
2. Realizar ensayos similares donde se pueda relacionar la producción versus costos por tratamiento, deberá considerarse un análisis económico, posibles efectos a la planta de cacao al siguiente cultivo a establecer.
3. Realizar análisis de impacto ambiental de los herbicidas puestos a prueba.

VII. RESUMEN

El presente experimento consistió en determinar la dosis de control del Glufosinato de amonio y volumen de gasto de agua recomendable, asimismo el efecto residual de los tratamientos en estudio y análisis económico de control de la aplicación del herbicida Glufosinato de amonio. El campo experimental presentó un porcentaje de infestación de malezas fue 80 % de hoja ancha y 20 % de hoja angosta. Después de la aplicación de los tratamientos, los resultados mostraron que el tratamiento T₆ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 400 L agua/ha) y T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha), controlaron en un 100%, mientras que los tratamientos T₃ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 300 L agua/ha) y T₉ (Glufosinato de amonio 4 L/ha + 500 L agua/ha), controlaron 98 y 95% respectivamente; asimismo, los tratamientos T₆, T₂ y T₃ tienen un buen poder residual ya que presentaron 75 % de rebrote respectivamente a los 75 días después de la aplicación. En el análisis económico el tratamiento T₂ (Glufosinato de amonio 3 L/ha + 300 L agua/ha), resultó ser el tratamiento más económico ya que tiene un costo de control de un control 2.27 soles día de control, además tiene un potencial de control de 100 % a los 7 días después de la aplicación y con un poder residual que va hasta los 90 días, por lo que se recomienda al agricultor el uso del tratamiento Glufosinato de amonio a una dosis de 3 L/ha y a un volumen de aplicación de agua de 300 L/ha.

Palabras clave: Glufosinato de amonio, poder residual, dosis, agua.

ABSTRACT

The present experiment consisted of determining the control dose of the Glufosinate ammonium and volume of recommended water expenditure, as well as the residual effect of the treatments under study and economic analysis of control of the application of the herbicide Glufosinate ammonium. The experimental field showed a percentage of weed infestation was 80% broadleaf and 20 % narrowleaf. After the application of the treatments, the results showed that the treatment T₆ (Glufosinate ammonium 4 L/ha + 400 L water/ha) and T₂ (Glufosinate ammonium 3 L/ha + 300 L water/ha), controlled in 100%, while treatments T₃ (Glufosinate ammonium 4 L/ha + 300 L water/ha) and T₉ (Glufosinate ammonium 4 L/ha + 500 L water/ha), controlled 98 and 95 % respectively; likewise, the treatments T₆, T₂ and T₃ have a good residual power since they presented 75 % regrowth respectively 75 days after the application. In the economic analysis the T₂ treatment (Glufosinate ammonium 3 L/ha + 300 L water/ha), turned out to be the most economical treatment since it has a control cost of a control 2.27 soles control day, it also has a potential of 100 % control seven days after application and with a residual power that lasts up to 90 days, so the farmer is recommended to use Glufosinate ammonium treatment at a dose of 3 L/ha and a volume of water application of 300 L/ha.

Keywords: Glufosinate ammonium, residual power, dose, water.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. 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.
2. ALISTER, C. y KOGAN, M. 2004. Efecto fitotóxico de Imidazolinonas sobre trigo susceptible y tolerante durante implantación. Revista de protección de cultivos, 24 (1): 375 – 379.
3. ANACAFE. 2012. Control de malezas y equipos de aspersion. [en línea]: Disponible en documentos del internet [fecha de consulta: 10 de Octubre del 2014] disponible en: (http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Caficultura_ControlMalezas#Volumen_de_las_aspersiones).
4. ANDERSON, W. 1996. Weed Science: Principles. West Publishing Co., St. Paul, MN. 338 p.
5. AZCÓN, J., y TALÓN, M. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal. Segunda edición. McGraw-Hill Interamericana. Madrid, España. 650 p.
6. BAUMANN, P.; DOTRAY, P., y PROSTKO, E. 1998. El modo de acción del herbicida y la sintomatología, Servicios de Texas y la Universidad de Texas. Estados Unidos. Pp. 9 - 10.
7. BAYER. 2010. Diccionario de especialidades agroquímicas. Tercera edición. Lima, Perú. 280 p.

8. BENITO, J. 1992. Tecnificación del cacao en la Selva Peruana. Fundación para el desarrollo Agro (FUNDEAGRO). Editorial Grafía S. A. Lima, Perú. 155 p.
9. BLANCO, M. 1999. Introducción y comercialización de los cultivos precolombinos en la sociedad occidental. *Agronomía Mesoamericana*, 10 (2): 137-144.
10. BUHLER, D. y BURSIDE, O. 1983. Efecto del pH del agua en la eficiencia del Glifosato. *Ciencia de las malezas*. 36 (1): 163-169.
11. CERNA, L. 1994. Manejo mejorado de malezas. CONCYTEC. Editorial Libertad E. I. R.L. Trujillo, Perú. 320 p.
12. COBB, A. 1992. *Herbicides and plant physiology*. Chapman & Hall. London, England. 206 p.
13. COBB, A. y READE, J. 2010. *Los herbicidas y fisiología vegetal*. 2da. Edición. Wiley-Blacwell. Singapur. 286 p.
14. DE LOS RÍOS, S. 2000. El cultivo del cacao en la Amazonía Peruana, Plan Nacional del cacao. Perú 47 p.
15. DUKE, S., y DAYAN, F. 2011. *Biotechnología Integral*. 2da. Edición. Vol. IV. Elsevier Science. Ámsterdam, Países Bajos. 3 (1): 23-35.
16. GARCÍA, C. 2000. Grupos y variedades del cacao. El cultivo del cacao en la Amazonía peruana. Pp. 14 - 15.
17. GUNSOLUS, J. y CURRAN, W. 1996. Modo de acción del herbicida y síntomas de daño (Publicación del Norte Central Regional).

Universidad de Minnesota Servicio de Extensión. St Paul, MN, Estados Unidos. Pp. 21 - 22.

18. HANCE, A. 1991. Manual de los herbicidas. Editorial Ciencias de la Maleza Sexta edición. California, Estados Unidos. 260 p.
19. HELFGOTT, S. 1987. Control de malezas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 46 p.
20. HUGENIN, J. 2004. Proyecto ECU-B7 3010/93/176 de Reactivación de la Producción y Mejora de la Calidad del Cacao. Lima, Perú. 56 p
21. KOGAN, M., y PÉREZ, A. 2003. Herbicidas: Fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción de los herbicidas. Editorial Universidad Católica de Chile. Chile. 335 p.
22. 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. R.). Lima, Perú. 6 p.
23. LIEBMAN, M.; MOLHER, C. y STAVELAND, C. 2001. La gestión ecológica de las malezas agrícolas. Universidad de Cambridge. Cambridge, Reino Unido. 544 p.
24. MARTEL, C. 2012. Efecto del herbicida Glufosinato de Amonio en malezas de café en la zona de Simón Bolívar distrito de Hermilio Valdizán, Practica Pre-Profesional en Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 70. p.

25. MEDRANO, C. 1996. Control de malezas en frutales. Rev. Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. Alcance, 50 (1): 131 - 140.
26. MONTOYA, A. 1977. Comparativo del control de malezas en áreas libres. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 78 p.
27. NÚÑEZ, D. 2008. Malezas, métodos de control en la agricultura. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Matanzas, Cuba, 17 p.
28. PEREZ, A. y KOGAN, M. 2003. Efecto fitotóxico del Glifosato en *Lolium multiflorum* en el cultivo de banano. Chile. Pp. 18 - 19.
29. PETERSON, D.; THOMPSON, C., y REGEHR, D. 2001. Herbicide mode of action. Kansas State University. C-715. 24 p. Editorial INTA. Argentina. Pp. 8 - 9.
30. RODRÍGUEZ, J. 2012. Clasificación de de los herbicidas. Departamento de Protección Vegetal de la Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 5 (1):10 – 15.
31. ROJAS, P. 2010. Potencialidad del Glifosato con un surfactante y regulador de pH en el control de malezas en cítricos en Tingo María. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 98 p.
32. ROSALES, E. y ESQUEDA, V. 2011. Modo de acción de los herbicidas. Manejo de malezas en México. Vol. I. Maleza terrestre. Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán, Sin., México 2 (1):193-218.

33. SALISBURY, F., y ROSS, C. 2000. Fisiología de las plantas. Tomo 2. Bioquímica Vegetal. Editorial Thompson - Paraninfo. Madrid, España. 400 p.
34. SANYAL, D.; BHOWMIK, P.; ANDERSON, R., y SHRESTHA, A. 2008. Revisando la perspectiva y el progreso de manejo integrado de malezas. México. 56 (1):161-167.
35. SECLÉN, Y. 1987. Control químico de malezas gramíneas en el cultivo de cítricos en época lluviosa en Naranjillo – Tingo María. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 92 p.
36. SEMARNAT, 2001. Ordenamiento ecológico del territorio. Memoria Técnica. SEMARNAT. México, D.F. Pp. 23 - 24.
37. SENASA. 2014. Compendio de plaguicidas agrícolas y sustancias afines registrados en el Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 14 p.
38. SORIA, U. 2000. Equipos de aplicación y su calibración. Universidad Autónoma Chapingo. México. 20 p.
39. VARGAS, F.; VIERA, M. y ANTEPARRA, M. 2012. Efecto comparativo de Paraquat, Glifosato y Gramocil para el control de malezas en cítricos en Tulumayo, Leoncio Prado. Investigación y Amazonía. 2 (1-2): 20-26
40. VILLARIAS, J. 1992. Atlas de malas hierbas Mundi – Prensa. Madrid, España. 300 p.

41. VILLASEÑOR, R.; ESPINOSA, F., y GARCÍA, F. 2004. Diversidad de malezas. *Distrib.*10 (1): 113-123.
42. VITTA, J., y FACCINI, D. 2004. Herbicidas: Características y fundamentos de su actividad. *Edit. UNR. Argentina.* 7 (1): 17-19 p
43. WORTHINGTON, C., y HANCE, R. 1991. *Editorial Ciencias de la Maleza.* Novena edición, California, Estados Unidos. 260 p.
44. ZAVALA, S. 1987. Efecto del Glufosinato de amonio y mezcla de herbicida en el control de remolina en cítricos en Tingo María. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 69 p.

IX. ANEXO

Cuadro 13. Datos originales del porcentaje de control a los siete días después de aplicar los herbicidas.

Bloque	Tratamientos										Suma de bloques
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	90	100	95	95	90	100	85	95	95	0	845
II	97	100	100	80	100	100	85	80	100	0	842
III	90	100	98	95	95	100	85	95	95	0	853
IV	95	100	98	90	95	100	85	90	90	0	843
Σ	372	400	391	360	380	400	340	360	380	0	3383
Promedio	93	100	97.75	90	95	100	85	90	95	0	845.75

Cuadro 14. Datos originales del porcentaje de control a los 15 días después de aplicar los herbicidas.

Bloque	Tratamientos										Suma de bloques
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	98	100	95	80	97	100	80	80	95	0	825
II	95	100	100	90	95	100	78	90	95	0	843
III	97	100	98	85	98	100	75	85	95	0	833
IV	90	100	99	85	90	100	85	85	95	0	829
Σ	380	400	392	340	380	400	318	340	380	0	3330
Promedio	95	100	98	85	95	100	79.5	85	95	0	832.5

Cuadro 151. Datos originales del porcentaje de control a los 30 días después de aplicar los herbicidas.

Bloque	Tratamientos										Suma de bloques
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	75	97	88	65	80	100	70	80	78	0	733
II	75	95	99	60	75	92	60	70	75	0	701
III	75	98	98	65	80	90	65	70	82	0	723
IV	75	90	95	70	85	90	65	80	85	0	735
Σ	300	380	380	260	320	372	260	300	320	0	2892
Promedio	75	95	95	65	80	93	65	75	80	0	723

Cuadro 162. Datos originales del porcentaje de control a los 45 días después de aplicar los herbicidas.

Bloque	Tratamientos										Suma de bloques
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	60	90	88	62	65	90	60	60	75	0	650
II	60	90	95	57	50	90	50	45	60	0	597
III	60	90	82	58	60	90	55	50	70	0	615
IV	60	90	95	63	65	90	50	45	75	0	633
Σ	240	360	360	240	240	360	215	200	280	0	2495
Promedio	60	90	90	60	60	90	53.75	50	70	0	623.75

Cuadro 173. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 60 días después de aplicar los herbicidas.

Bloque	Tratamientos										Suma de bloques
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	40	60	70	27	45	65	30	35	50	0	422
II	40	60	50	30	45	65	20	35	40	0	385
III	40	60	60	30	45	65	25	35	54	0	414
IV	40	60	60	25	45	65	25	35	40	0	395
Σ	160	240	240	112	180	260	100	140	184	0	1616
Promedio	40	60	60	28	45	65	25	35	46	0	404

Cuadro 18. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 75 días después de aplicar los herbicidas.

Bloque	Tratamientos										Suma de bloques
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	20	30	35	15	20	40	10	25	27	0	222
II	15	30	30	15	20	30	10	15	20	0	185
III	25	30	25	15	20	35	10	20	28	0	208
IV	20	30	30	15	20	35	10	20	25	0	205
Σ	80	120	120	60	80	140	40	80	100	0	820
Promedio	20	30	30	15	20	35	10	20	25	0	205

Cuadro 19. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 90 días después de aplicar los herbicidas.

Bloque	Tratamientos										Suma de bloques
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	0	22	20	0	10	30	0	0	16	0	98
II	0	15	15	0	10	25	0	0	13	0	78
III	0	20	22	0	10	25	0	0	13	0	90
IV	0	15	15	0	10	20	0	0	18	0	78
Σ	0	72	72	0	40	100	0	0	60	0	344
Promedio	0	18	18	0	10	25	0	0	15	0	86

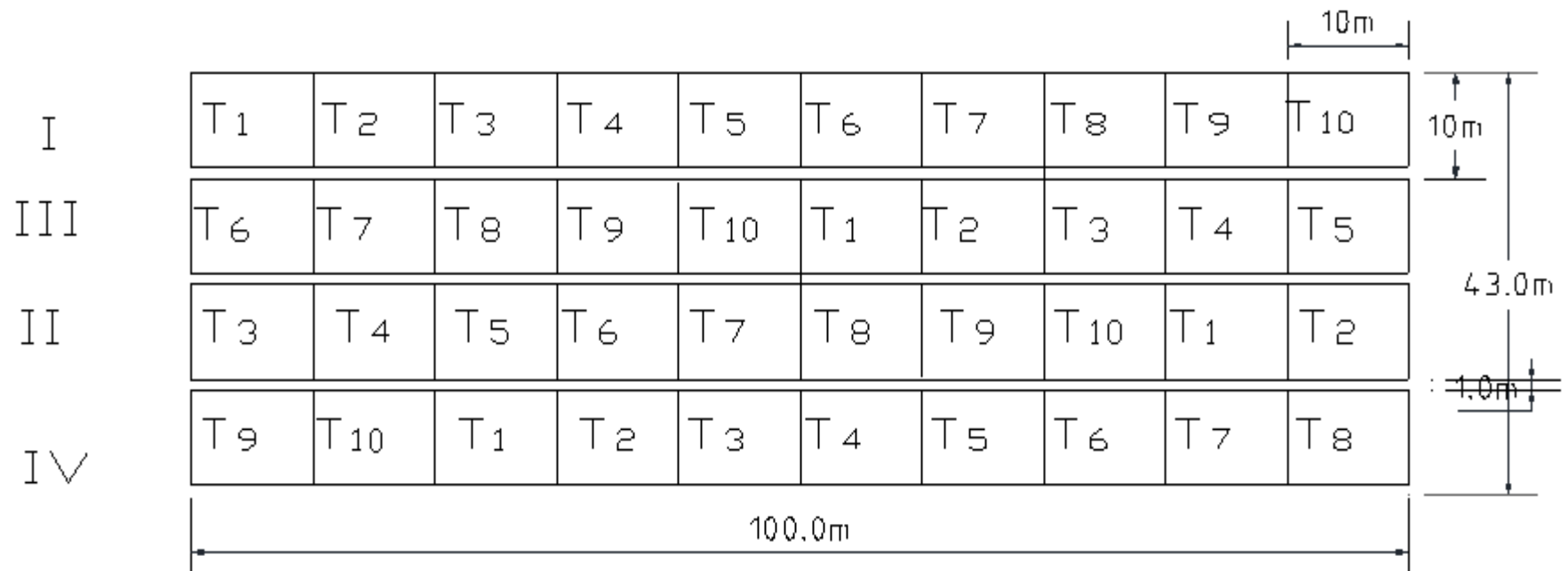


Figura 6. Disposición de los herbicidas en el campo experimental.

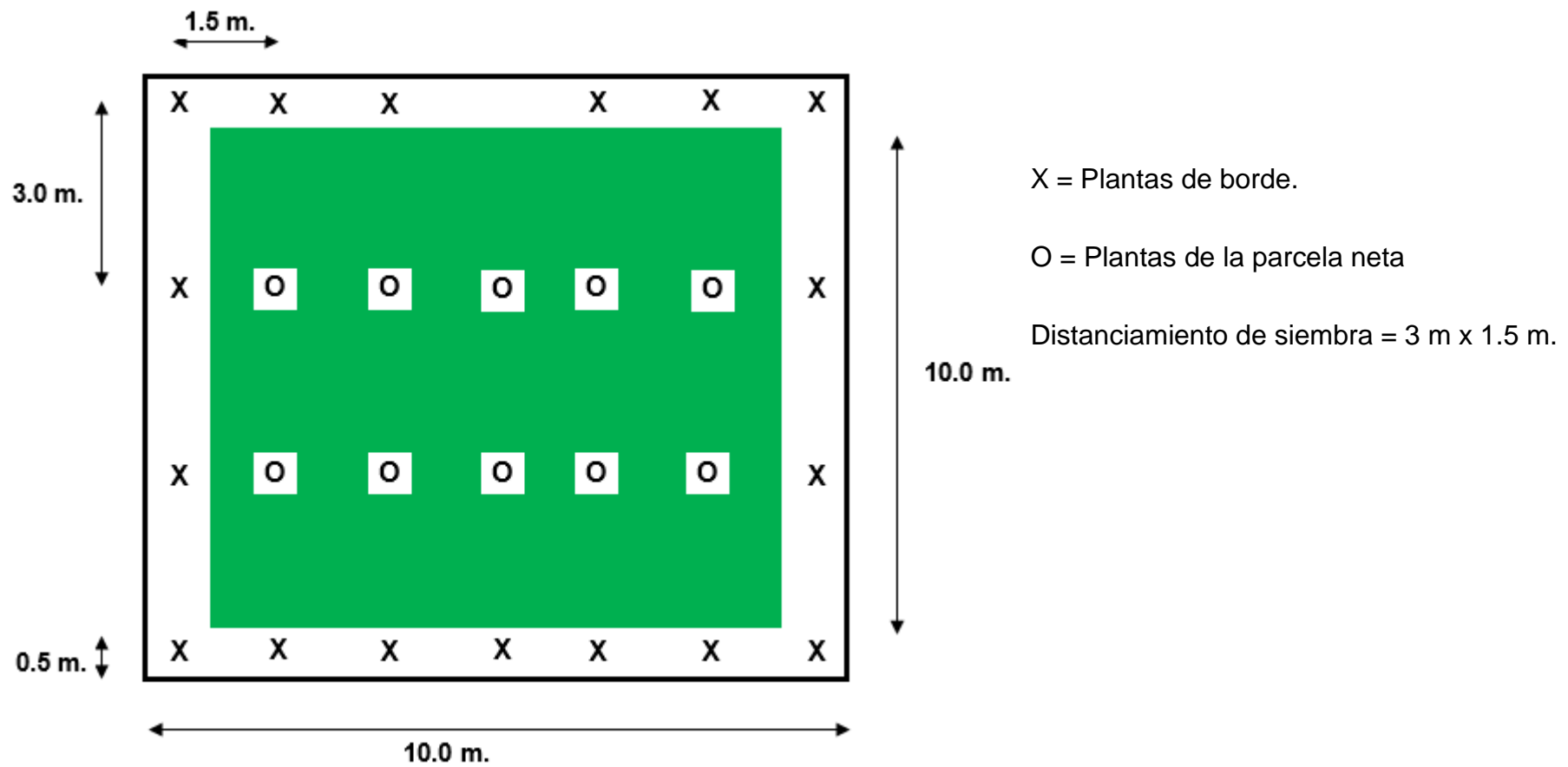


Figura 7. Disposición de los herbicidas en el campo experimental.



Figura 8. Campo experimental antes de la aplicación de los herbicidas.



Figura 9. Alineación del campo experimental.



Figura 10. Aplicación de los herbicidas a los 20 días después del uniformizado.



Figura 11. Parcela con Invasión de malezas de hoja angosta.