

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“EFECTO POTENCIAL DE LA ATRAZINA EN MEZCLA
CON GLIFOSATO EN MALEZAS DE CACAO
(*Theobroma cacao* L.) EN TINGO MARÍA”**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

ELEODORO GASPAR ESPINOZA

Tingo María - Perú

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo Maria
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 Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 010-2015-FA-UNAS

BACHILLER : **GASPAR ESPINOZA, ELEODORO.**

TÍTULO : "EFECTO POTENCIAL DE LA ATRAZINA EN MEZCLA CON GLIFOSATO EN MALEZAS DE CACAO (*Teobroma cacao* L.) EN TINGO MARIA".

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Blgo. M. Sc. JOSE LUIS GIL BACILIO
VOCAL : Ing. M. Sc. MIGUEL EDUARDO ANTEPARRA PAREDES
VOCAL : Ing. M. Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP

ASESOR : Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 10 DE AGOSTO DE 2015

HORA DE SUSTENTACIÓN : 06:30 P.M.

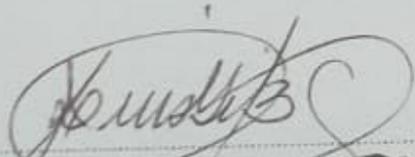
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIOVISUALS FACULTAD DE AGRONOMÍA - UNAS

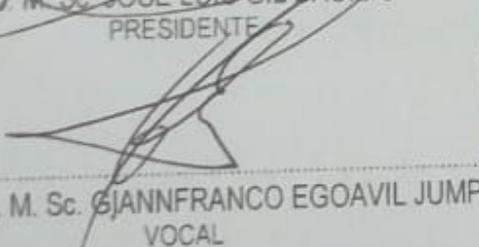
CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

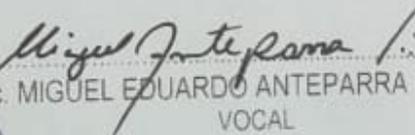
OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

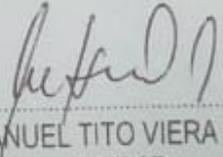
TINGO MARÍA, 13 DE AGOSTO DE 2015


Blgo. M. Sc. JOSE LUIS GIL BACILIO
PRESIDENTE


Ing. M. Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP
VOCAL




Ing. M. Sc. MIGUEL EDUARDO ANTEPARRA PAREDES
VOCAL


Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN
ASESOR

DEDICATORIA

- A Dios Divino creador por todo lo que existe, quien me dio la vida y me dotó de inteligencia para alcanzar una de mis mejores anhelos.
- A mí querida madre: María Clemencia Espinoza Mendoza en prueba de mi gratitud por sus abnegados sacrificios, que hicieron realidad mi formación profesional
- A mi querido hijo Elios Abhiraja Gaspar Asto, fuente de mi superación.
- A mis queridos hermanos: Juan Antonio, Roxana y Pedro por su apoyo desinteresado.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal que la conforman, por su apoyo y confianza, en especial a los docentes de la Facultad de Agronomía que contribuyeron en mi formación profesional.
- A los miembros del jurado de tesis: Blo. Luis Gil Basilio, Ing. M. Sc. Giannfranco Egoavil Jump, Ing. M Sc. Miguel Anteparra Paredes.
- Al Ing. Manuel Viera Huiman asesor de la presente tesis, por su apoyo en el proyecto, ejecución y culminación.

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA	13
2.1. De las malezas.....	13
2.1.1. Definición de malezas.....	13
2.1.2. Morfología y fisiología de las malezas	13
2.1.3. Origen de las malezas	13
2.1.4. Características de las malezas	14
2.1.5. Descripción de las malezas más importantes.....	16
2.1.6. Daños que causan las malezas	17
2.1.7. Métodos de control de malezas	17
2.2. Del cacao	19
2.2.1. Taxonomía.....	19
2.2.2. Fenología del cultivo de cacao	19
2.2.3. Aspectos fisiológicos del cacao	20
2.3. Los herbicidas	21
2.3.1. Definición de herbicidas.....	21
2.3.2. Clasificación de los herbicidas.....	22
2.3.3. Selectividad de los herbicidas.....	22
2.3.4. Tipo de acción	22

2.3.5. Modo de acción	22
2.3.6. Mecanismo de acción	23
2.3.7. Intercepción y recepción del asperjado	23
2.3.8. Inhibidores del fotosistema 2: Triazinas.....	25
2.3.9. Desviadores del fotosistema 1: Bipirilidos	28
2.3.10. Inhibidores de la síntesis de aminoácidos aromáticos	
Glifosato	29
2.4. Descripción de los herbicidas en estudio	30
2.4.1. Atrazina	30
2.4.2. Glifosato	33
2.5. Ensayos realizados con herbicidas	35
III. MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1. Campo experimental	37
3.2. Componentes en estudio	40
3.3. Tratamientos en estudio.....	41
3.4. Diseño experimental.....	41
3.5. Características del campo experimental	42
3.6. Ejecución el experimento	43
3.7. Parámetros a evaluar	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. Efecto de control	48

4.2. Poder residual de los tratamientos	54
4.3. De los pesos	59
4.4. Análisis económico.....	67
V. CONCLUSIONES	70
VI. RECOMENDACIONES.....	71
VII. RESUMEN.....	72
VIII. ABSTRACT.....	74
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	76
X. ANEXO	81

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Datos meteorológicos durante el experimento.	38
2. Análisis físico - químico del suelo del campo experimental.	39
3. Porcentaje de las malezas identificadas al momento de la ejecución del experimento.	40
4. Descripción de los tratamientos.	41
5. Esquema del análisis de variancia.	42
6. Resumen del análisis de variancia del porcentaje de control a los 15, 30 y 45 días, después de la aplicación de los tratamientos.	50
7. Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) del porcentaje de control a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos.	51
8. Resumen del análisis de variancia del porcentaje de rebrote de malezas a los 60, 90, 120 y 150 días, después de la aplicación de los tratamiento.	57
9. Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) del porcentaje de rebrote de malezas los 60, 90, 120 y 150 días después de la aplicación de los tratamientos.	58
10. Análisis de variancia del peso fresco, de las malezas, al inicio y final del experimento.	60
11. Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) para el peso fresco de las malezas al inicio y final del experimento.	61

12. Análisis de variancia del peso seco de las malezas al inicio y final del experimento	63
13. Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) para el peso seco de las malezas al inicio y final del experimento.	64
14. Análisis económico de los tratamientos en estudio.	69
15. Datos originales del porcentaje de control a los 15 días después de aplicar los tratamientos.	83
16. Datos transformados al arc seno \sqrt{X} del porcentaje de control a los 15 días después de aplicar los tratamientos.	83
17. Datos originales del porcentaje de control a los 30 días después de aplicar los tratamientos.	83
18. Datos transformados al arc seno \sqrt{X} del porcentaje de control a los 30 días después de aplicar los tratamientos.	84
19. Datos originales del porcentaje de control a los 45 días después de aplicar los tratamientos.	84
20. Datos transformados al arc seno \sqrt{X} del porcentaje de control a los 45 días después de aplicar los tratamientos.	84
21. Datos originales del porcentaje de control a los 60 días después de aplicar los tratamientos.	85
22. Datos transformados al arc seno \sqrt{X} del porcentaje de control a los 60 días después de aplicar los tratamientos.	85
23. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 90 días después de aplicar los tratamientos.	85

24.	Datos transformados al arc seno \sqrt{X} del porcentaje de rebrote de malezas a los 90 días después de aplicar los tratamientos.....	86
25.	Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 120 días después de aplicar los tratamientos.....	86
26.	Datos transformados al arc seno \sqrt{X} del porcentaje de rebrote de malezas a los 120 días después de aplicar los tratamientos.....	86
27.	Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 150 días después de aplicar los tratamientos.....	87
28.	Datos transformados al arc seno \sqrt{X} del porcentaje de rebrote de malezas a los 150 días después de aplicar los tratamientos.....	87
29.	Resumen de gasto de agua y dosis de los herbicidas.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Ubicación del campo experimental.....	37
2. Grado de control de malezas (promedio de los datos transformados, presentados en el Cuadro 7).	54
3. Grado de rebrote de malezas (promedio de los datos transformados presentados en el Cuadro 10).	59
4. Pesos de las malezas al inicio y final del experimento.	62
5. Peso de fresco y seco de tejido muerto de las malezas al final del experimento.....	66
6. Identificación de algunas malezas en el área de estudio: A (<i>Commelina erecta</i> L. Comelina), B (<i>Cyperus alternifolius</i> . Cortadera), C (<i>Cyperus rotundus</i> . Coquito), D (<i>Digitaria sanguinalis</i> L. Pata de gallina), E (<i>Desmodium tortuosum</i> . Pega pega), F (<i>Pueraria phaseoloides</i> . Kudzu).....	88
7. Vista del campo experimental antes del uniformizado (macheteo).....	89
8. Método del metro cuadrado para determinar e identificar el porcentaje de invasión de malezas.....	89
9. Aplicación de los tratamientos a 20 días después del uniformizado...	90
10. Campo experimental a los 21 días después de la aplicación de los tratamientos.....	90

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que limita los rendimientos del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) son las malezas, estas disminuyen la producción entre un 5 y 30 %, causando daños de diversas maneras; siendo una de las principales, la competencia que existe con el cultivo por factores del medio, tales como: luz, agua, nutrientes y espacio; además el cacao, tiene importancia debido a que la mayoría de familias dependen de este cultivo y en estos últimos años es considerado como un producto importante del Perú, a pesar de tener bajos índices de producción y productividad, en Tingo María se cosecha aproximadamente 300 - 400 kg/ha, lo que se debe a factores climáticos, edáficos y manejo del cultivo; entre las malezas más comunes tenemos: "Mapurite" (*Petiveria alliacea* L.), "Cordoncillo" (*Piper* sp.), "Guaritoto" (*Jatropha urens* L.) y "Coralillo" (*Hamelia* sp.) como lo señala (LÓPEZ, 2007).

Las malezas tienen una importancia beneficiosa y no beneficiosa para el entorno vegetal en el que se encuentran, entre los aspectos beneficiosos podemos mencionar que son fuentes de alimento para el hombre y animales, evitan la erosión del suelo, controlan la contaminación, también como huéspedes de insectos benéficos, algunas de estas especies son usadas como medicina, ayudan a la formación de materia orgánica y son fuente de energía (ESPINOSA, 2008).

Las plantaciones de cacao en Tulumayo, se encuentran dentro de la región del trópico húmedo, donde las condiciones ecológicas son favorables para un buen desarrollo vegetativo de las malezas, especialmente de las

gramíneas, que por sus diversos órganos de propagación fácilmente pueden invadir los campos. Limitando de esta manera el rendimiento de las plantaciones de cacao. Lo antes expuesto nos permite plantear la siguiente hipótesis: El efecto potencial del Glifosato en mezcla con Atrazina podría dar como respuesta el mejor control de malezas en una plantación de cacao. En tal sentido se plantearon los siguientes objetivos:

1. Evaluar el efecto del Glifosato y Atrazina en el control de malezas en el cultivo de cacao.
2. Evaluar el poder residual de los herbicidas en el control de malezas del cultivo de cacao.
3. Determinar el análisis de rentabilidad o la relación Beneficio/Costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. De las malezas

2.1.1. Definición de malezas

RODRÍGUEZ (2009), afirma que las malezas son plantas indeseables que crecen como organismos macroscópicos junto con las plantas cultivadas, a las cuales les interfieren su normal desarrollo y según TEOLARA (2011), la palabra maleza se deriva del latín *malitia* que se traduce como maldad; además las malezas son plantas agresivas de difícil control que se desarrollan en un sistema de producción y que son potencialmente dañinas (ESPINOSA, 2008).

2.1.2. Morfología y fisiología de las malezas

Tienen mayor desarrollo radicular, crecimiento de altura y superficie foliar, otros poseen una mayor eficiencia fotosintética y alto metabolismo, esta característica les permite crecer más rápidamente en condiciones de temperaturas elevadas de buena iluminación; además algunas especies son capaces de producir toxinas que reducen o inhiben el crecimiento de otras plantas (ESPINOSA, 2008).

2.1.3. Origen de las malezas

A. Ecológico

Las plantas arvenses prosperan en los sistemas ecológicos antropógenos conocidos como Agroecosistema, estos son sistemas fotosintéticos creados por el hombre, en los que se busca aumentar su productividad neta mediante el aumento de la tasa fotosintética de los cultivos,

la disminución del nivel de pérdida por respiración y que la distribución de asimilados recaiga en órganos de almacenamiento de la planta que tenga importancia económica para el hombre (TEOLARA, 2011).

B. Geográfico

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. No solamente en regiones templadas, sino incluso en los trópicos. En ambas zonas climáticas la mayor influencia ha sido el transporte de animales domésticos de pastoreo desde Europa y África a las áreas de pastoreo extensivo de norte, centro y Sudamérica. En ocasiones algunas plantas cultivadas “escapan” al cultivo y se convierten en maleza; además la flora arvense de México en su mayoría es nativa del país, de importancia agronómica se incluyen 93 especies (56 % de las cuales son nativas), destacando la diversidad de familias botánicas *Asteraceae*, *Poaceae* (gramínea), *Amarantheaceae* y *Fabacea* (Leguminosae) (SEMARNAT, 2001).

2.1.4. Características de las malezas

ESPINOSA (2008), afirma que las principales atributos morfológicos y reproductivos para que una especie sea exitosa como maleza, tiene que tener abundante semilla, por lo tanto tiene a la vez dispersión, germinación y latencia, asimismo rápido crecimiento vegetativo de la maleza, las malezas además interfieren con la cosecha del cultivo e incrementan los costos de tales operaciones; además, en la cosecha, las semillas de las

malezas pueden contaminar la producción; por lo tanto, la presencia de malezas en las áreas de cultivo reduce la eficiencia de los insumos tales como el fertilizante y el agua de riego, también fortalecen la densidad de otros organismos y plagas, finalmente reducen severamente el rendimiento y calidad del cultivo. La mayoría de los atributos de las malezas previamente descritas se aplican a las malezas perennes, la reproducción vegetativa y la regeneración a partir de fragmentos constituyen a las características mencionadas en su lista de atributos de la maleza ideal (LABRADA y PARKER, 2003).

TASISTRO (2000), en el caso de las especies que poseen ambos medios de multiplicación - sexual y asexual - como en *Sorghum halepense*, la combinación selectiva de los dos procesos exhibe una complementariedad muy eficiente: la reproducción sexual es significativa en la etapa de colonización o de reinstalación de la plaga en el campo y la propagación vegetativa multiplica muy rápidamente los genotipos más exitosos. Las plantas que se reproducen vegetativamente poseen estructuras especializadas que pueden sobrevivir en temperaturas bajas, algún nivel de sequía u otra condición desfavorable. Cuando estas estructuras están localizadas por debajo de la superficie del suelo son muy persistentes y robustas. La función y significancia de las estructuras reproductivas vegetativas es doble: por un lado producen yemas o meristemas que pueden generar vástagos y raíces, por el otro sirven como tejidos de almacenaje y reserva de carbohidratos.

2.1.5. Descripción de las malezas más importantes

De acuerdo con LABRADA y PARKER (2003), las malezas más importantes en cacao son:

A. *Pseudelephantopus spicatus* L.

Familia	: Asteraceae
Nombre común	: “Pato quihua, matapasto”
Hábito	: Perenne
Reproducción	: Por semilla y vegetativamente
Floración	: Marzo-Noviembre
Agresividad	: Altamente nociva
Clasificación	: Hoja ancha

B. *Digitaria sanguinalis* L.

Familia	: Gramineae
Nombre común	: “Pata de gallina”
Hábito	: Anual
Reproducción	: Por semilla y cepas
Floración	: Verano
Agresividad	: Altamente nociva
Clasificación	: Hoja angosta

C. *Commelina erecta* L.

Reino	: Plantae
Subreino	: Tracheobionta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida

Subclase	: Commelinidae
Orden	: Commelinales
Familia	: Commelinaceae
Subfamilia	: Commelinoideae
Tribu	: Commelineae
Género	: Commelina
Especie	: <i>C. erecta</i> L.

2.1.6. Daños que causan las malezas

TASISTRO (2000), las malezas causan daño de varias maneras a la agricultura, tales daños ocurren por la competencia con el cultivo, por factores de los medios tales como el agua, nutrientes, luz, etc. Reduciendo así la calidad y cantidad de la cosecha. Los daños originados por las malas hierbas son bastante más importantes de los que comúnmente se piensa. De acuerdo con estimaciones de la FAO, estos daños, suponen, a nivel mundial un 15% en la producción total de los cultivos, ascendiendo a un 25 y 30% en los países menos desarrollados. Estas pérdidas globales se deben a diversas causas, tales como: reducción en los rendimientos, interferencia con la recolección, reducción en el valor de los productos e incremento de los costos de producción.

2.1.7. Métodos de control de malezas

LIEBMAN *et al.*, 2001; SANYAL *et al.*, (2008) mencionan que existen varios métodos para el control de las malezas o para reducir su infestación a un determinado nivel, entre estos: Métodos preventivos, que incluyen los procedimientos de cuarentena para prevenir la entrada de una

maleza exótica en el país o en un territorio particular. Métodos físicos, arranque manual, escarda con azada, corte con machete u otra herramienta y labores de cultivo. Métodos culturales, rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distancia de siembra o plantación, cultivos intercalados o policultivo, cobertura viva de cultivos, acolchado y manejo de agua. Control químico a través del uso de herbicidas. Control biológico a través del uso de enemigos naturales específicos para el control de especies de malezas. Otros métodos no convencionales, p.ej. la solarización del suelo. Ninguno de estos métodos debe ser perdido de vista en un sistema agrícola de producción, ya que los mismos pueden resultar ser muy efectivos para los pequeños agricultores. Incluso el arranque manual, considerado correctamente como labor tediosa y penosa, es una práctica vital complementaria, aun cuando los herbicidas sean utilizados, ya que previene el aumento de poblaciones resistentes o tolerantes de las malezas. Esta práctica es también la más pertinente en áreas, donde el nivel de infestación de malezas es bajo y se necesita la prevención del aumento del banco de semillas de malezas en el suelo. El control químico 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, al tiempo que enfatiza la integración de múltiples medidas de control.

2.2. Del cacao

2.2.1. Taxonomía

SARANGO (2009), sostiene que el cacao como especie ha sido ubicado en las siguientes categorías taxonómicas:

Reino	:	Plantae
Subreino	:	Embryobrionta
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Dilleniidae
Orden	:	Malvales
Familia	:	Sterculiaceae
Género	:	Theobroma
Especie	:	cacao

2.2.2. Fenología del cultivo de cacao

HUGENIN (2004), afirma que el árbol tradicional de cacao en todo el mundo, normalmente demora de 6 a 7 años en dar fruto, con un rendimiento que se estabiliza en un rango de 7 a 15 qq/ha/año, a partir del noveno año. En África se siembra actualmente híbridos que empiezan a producir entre el tercer y cuarto año, con rendimientos que se estabilizan a partir del sexto año, en un rango de 20 a 30 qq/ha/año. Una variedad del cacao ecuatoriano, el CCN-51 (Colección Castro Naranjal), empieza a dar fruto al final del segundo año, en un rango de 3 a 4 qq/ha/año, alcanzando niveles estables de productividad de 50 a 55 qq/ha/año, a partir del sexto año.

2.2.3. Aspectos fisiológicos del cacao

A. Adaptación

Especie de fácil adaptación, presenta una gran variabilidad genética y adaptación a distintos pisos térmicos, en condiciones muy variables de clima y suelo.

B. Crecimiento

Los cotiledones abren exponiendo a la plúmula, la cual empieza a crecer al mismo tiempo que la raíz pero es mucho más pequeña. La primera fase de crecimiento termina con la maduración de las primeras hojas. Aparecen brotes subsecuentes a intervalos de 6 semanas, cuyas hojas se encuentran bien espaciadas con un arreglo en espiral. La planta emprende su siguiente fase de crecimiento entre el segundo y cuarto año de edad, mediante la formación de su primer molinillo. Cinco yemas en un eje común del extremo terminal de la planta crecen simultáneamente y en apariencia al mismo nivel, debido a la reducción extrema de los entrenudos entre las hojas. Las yemas que emergen muestran un hábito de crecimiento horizontal, lateral o plagiotrópico y se denominan brotes de “abanico”, mientras que el tallo crece hacia arriba y es de naturaleza ortotrópica. Después de algunos años puede empezar a crecer un nuevo chupón justo debajo de la unión del primer molinillo.

C. Producción de hojas, frutos, madera y/o semillas

Los árboles del cacao en plantación comienzan a producir flores entre el tercer y sexto año, dependiendo de las condiciones ecológicas y del genotipo. Algunos clones llegan a producir 3.7 t/ha/año de grano (estación

experimental en Ghana) y un promedio de 18 a 22 mazorcas, es muy variable de año a año, se estima que en plantación deben mantenerse de 25 a 30 años.

2.3. Los herbicidas

2.3.1. 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. Su uso adecuado proporcionan un control eficiente de maleza a un bajo costo (PETERSON, *et al.* 2001), además si no se aplica correctamente, puede causar daños a las plantas cultivadas, al medio ambiente e incluso a las personas.

Los herbicidas se comercializan en formulaciones líquidas o sólidas, dependiendo de la solubilidad en agua del ingrediente activo y 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, la cantidad de ingrediente activo en porcentaje y en gramos de ingrediente activo por litro o kilogramo del producto comercial (ROSALES y ESQUEDA, 2011); asimismo afirman que los herbicidas sistémicos se traslocan dentro de la planta, se aplican al suelo o al follaje, este es absorbido y transportado a toda la planta, incluyendo sus raíces y otros órganos subterráneos.

El efecto de los herbicidas utilizados varía según se trate de productos preemergentes y posembrantes, ya que existe un efecto residual de los primeros y un efecto de contacto quemante de los segundos es decir de los preemergentes (TASCON, 2008).

2.3.2. Clasificación de los herbicidas

Existen varias formas de clasificar los herbicidas, así como sus propiedades químicas y su modo de acción (GUTIÉRREZ, 2007).

2.3.3. Selectividad de los herbicidas

De acuerdo a su selectividad los herbicidas pueden ser clasificados como: Selectivos, herbicidas que a ciertas dosis, formas y épocas de aplicación eliminan a algunas plantas sin dañar significativamente a otras, por ejemplo, atrazina es un herbicida selectivo en maíz y sorgo. No selectivos: aquellos herbicidas que ejercen su toxicidad sobre toda clase de vegetación y deben utilizarse en terrenos sin cultivo o bien evitando el contacto con las plantas.

2.3.4. Tipo de acción

Por su tipo de acción los herbicidas pueden ser: De contacto, herbicidas que eliminan sólo las partes de la planta con las que entran en contacto y tienen un transporte limitado dentro de la planta, por lo que se recomiendan para el control de maleza anual. Sistémicos: herbicidas 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 maleza perenne.

2.3.5. Modo de acción

La forma más útil de clasificar de los herbicidas es según su modo de acción (DUKE y DAYAN, 2001), el modo de acción es la secuencia de

eventos que ocurren desde la absorción del herbicida hasta la muerte de la planta.

2.3.6. Mecanismo de acción

Es la interferencia bioquímica o biofísica causada por un herbicida que determina el daño final a la planta y tiene lugar en el sitio de acción. Para que un herbicida actúe, las gotas que los transportan deben primeramente, impactar en el blanco de la aplicación y ser retenidas por este; luego debe absorberse, movilizarse hacia el sitio de acción y alcanzar allí una concentración tal que permita que se desarrolle el mecanismo de acción.

La Sociedad Americana de la Ciencia de la Maleza (WSSA) ha desarrollado un sistema de clasificación numérico, mientras que la clasificación del Comité de Acción Contra la Resistencia a Herbicidas (HRAC) se basa en letras. Diversos autores también han propuesto clasificaciones de herbicidas según su modo y mecanismo de acción. Sin embargo, de algunos no se tiene la suficiente información, mientras que otros tienen un mecanismo de acción que dificulta su inclusión dentro de un grupo. Cada una de estas clasificaciones es diferente, y no siempre coinciden los criterios.

2.3.7. Intercepción y recepción del asperjado

GUTIÉRREZ (2007), afirma que a algunos herbicidas, como glifosato (un compuesto sistémico con movilidad a través del floema) y Paraquat (un herbicida de contacto), entran en la planta exclusivamente a través de las partes aéreas. Sin embargo, muchos herbicidas que se aplican

después de la emergencia de las malezas tienen, tanto actividad foliar como a través del suelo. Chlorsulfuron entra a la planta principalmente a través de la parte aérea, pero también a través de las raíces y su actividad en el suelo controla a las malezas que germinan después de la aplicación. El éxito de estos tratamientos foliares post-emergentes está en dependencia que suficientes gotas del asperjado sean interceptadas y retenidas sobre el follaje. El hábito de crecimiento plano de muchas plantas de hoja ancha ofrece una buena proyección para las gotas de la aspersión, mientras que el de las hojas erectas y estrechas de las gramíneas suele ser peor. El ángulo de las hojas también afecta la retención del asperjado. Por lo general hay mayores pérdidas en un follaje más erecto, especialmente cuando se asperjan gotas grandes.

En la medida en que las plantas crecen, su área foliar aumenta. Las gramíneas, en especial, se convierten en mejores objetos para las gotas de aspersión en la medida que la orientación de sus hojas se aplana y se desarrollen tallos adventicios. Por esta razón muchos graminicidas post-emergentes se aplican a partir del estadio de desarrollo de dos hojas en lo sucesivo. Sin embargo, la demora de la aspersión con el objeto de optimizar la retención no debe ser la única consideración, ya que las plantas más adultas pueden necesitar una dosis mayor de herbicida para un control efectivo y la eliminación tardía de la maleza puede traer como consecuencia una competencia severa con el cultivo. La naturaleza de la superficie foliar es otro factor importante que determina la retención del herbicida. La forma y disposición de las partículas de cera sobre las hojas de muchas gramíneas

(p.ej. Avena spp.) produce una superficie áspera que repele el agua, por lo que las gotas grandes del asperjado tienden a rebotar o escurrir fuera de las hojas.

Las condiciones climáticas, bajo las que ha crecido la planta antes de la aspersión, afectan la intercepción y retención del asperjado. Las plantas que han estado sometidas a condiciones adversas de sequía o a condiciones frías, tienen hojas más pequeñas, usualmente cubiertas con cantidades considerables de cera epicuticular, que interceptan y retienen menos herbicida que las plantas que crecen bajo condiciones cálidas y húmedas. El efecto de la precipitación depende de su momento e intensidad. Una cubierta de rocío al momento de la aspersión puede aumentar la intercepción foliar mediante la alteración del ángulo de la hoja. Lluvias intensas poco tiempo después de la aplicación pueden lavar el herbicida de la hoja. Los compuestos solubles en agua, como glifosato, son menos "resistentes al lavado por lluvias inmediatamente después de la aplicación" que los herbicidas lipofílicos, como diclofop-metil, que se formulan como emulsiones.

2.3.8. Inhibidores del fotosistema 2: Triazinas

A. Características generales

Las triazinas tienen relativamente baja solubilidad en agua y se formulan como polvos humedecibles, concentrados suspensibles y granulados, la volatilidad y fotodescomposición son bajas, siendo estables sobre las superficies de las plantas y el suelo. Comúnmente se aplican al suelo, donde son absorbidos por las raíces y, en menor medida, por las partes subterráneas de la planta, donde se mueven con la corriente transpiratoria del apoplasto. Generalmente requieren de lluvia o irrigación para su movilidad en el

suelo y son más efectivas cuando se aplican sobre suelo húmedo comparado con suelo seco. Cuando se aplican con coadyuvantes, la mayoría de las triazinas pueden ser absorbidas foliarmente. Estos herbicidas son activos contra un amplio espectro de malezas de hojas anchas y gramíneas. La selectividad puede deberse a la protección en profundidad, ya que el herbicida puede permanecer por encima de las raíces del cultivo; al metabolismo del herbicida en el cultivo o a una combinación de ambos. La movilidad hacia abajo en el suelo depende de las propiedades químicas del herbicida, como son la solubilidad en agua, la capacidad para ser adsorbido por los coloides del suelo y las propiedades del suelo, tales como el contenido de materia orgánica, de arcilla y de agua. Con la excepción de cyanazina, la toxicidad para mamíferos es baja.

La afinidad de atrazina para ser adsorbida por los coloides del suelo es de moderada a alta por lo que las dosis se deben ajustar según el tipo de suelo. En suelos de alto contenido de materia orgánica, este herbicida solo debe usarse en post-emergencia. Su efecto generalmente brinda control de las malezas durante todo el ciclo del cultivo. La atrazina es el inhibidor del Fotosistema 2 más extensamente usado. Su uso se extiende a más de siete millones de hectáreas de maíz a nivel mundial anualmente.

B. Cianazina

Se enlaza con menor fuerza a los coloides del suelo que la atrazina y la tolerancia del maíz es limitada en suelos degradados, con bajo contenido de materia orgánica. Es más activa contra gramíneas problemáticas

que atrazina, pero más débil contra *Amaranthus spp.* y *Abutilon theophrasti Medic.* Se aplica como PPI, en pre y postemergencia temprana en maíz y, en menor grado, en colza y trigo. En el maíz, su vida corta en el suelo, de 7-10 semanas, le convierten en una opción ideal para reemplazar a atrazina y simazina, sobre todo cuando le seguirán cultivos susceptibles a estos herbicidas en la rotación.

C. Metribuzin

Esta triazina asimétrica posee una alta solubilidad en agua (1200 ppm), es relativamente móvil en el suelo, donde persiste durante todo el ciclo de desarrollo de la mayoría de los cultivos anuales. Metribuzin se usa en PPI y pre-emergencia para eliminar malezas de hoja ancha y gramíneas en soya, papa, tomate, alfalfa y caña de azúcar. También se usa en post-emergencia temprana en papa y tomate.

D. Prometrina

Se fija fuertemente a los coloides del suelo, con muy limitada movilidad y persistencia en el suelo: de 1 a 3 meses. Se usa en PPI y pre-emergencia para el control de malezas gramíneas y de hoja ancha en algodón.

E. Simazina

Se fija fuertemente a los coloides del suelo, con limitada movilidad en el suelo y sus dosis se ajustan de acuerdo con el contenido de materia orgánica y de arcilla del suelo. Simazina brinda control de malezas durante la mayor parte del ciclo de desarrollo de los cultivos y sus residuos

pueden dañar a cultivos susceptibles subsiguientes en la rotación, este herbicida no se absorbe foliarmente, solo lo hace a través de las raíces y se aplica en pre-emergencia o en post-emergencia de las malezas en combinación con un herbicida de contacto, como Paraquat. Simazina controla malezas anuales de hojas anchas y gramíneas, incluyendo a algunas especies tolerantes a atrazina. Simazina se usa en PPI y pre-emergencia en maíz y en cultivos perennes establecidos, p.ej. alfalfa, caña de azúcar y especies leñosas. Se usa a dosis altas para el control total de malezas en áreas no cultivables.

2.3.9. Desviadores del fotosistema 1: Bipirilidos

A. Características generales

Diquat y Paraquat son herbicidas de contacto, no selectivos, de acción rápida, con una limitada movilidad en el apoplasto. Estos son menos móviles cuando se aplican bajo radiación solar intensa y en los trópicos se obtiene un control más prolongado de las perennes mediante aplicación al atardecer. Dosis muy bajas de bromacil o diuron, que bloquean el flujo de electrones en el fotosistema dos, previenen una rápida acción de los bipiridilos bajo radiación solar intensa, lo que sinergiza la actividad de Diquat y Paraquat. Ambos herbicidas penetran al follaje muy rápidamente y son resistentes a la lluvia dentro de 10 minutos después de la aplicación en la mayoría de las situaciones. Los bipiridilos son cationes que se fijan fuertemente a los coloides del suelo, por lo que no manifiestan actividad a través del mismo.

Diquat y Paraquat se usan en sistemas de labranza mínima para el control de malezas antes o después de la plantación, pero generalmente antes de un 10 % de emergencia del cultivo. Estos se aplican

como aspersiones dirigidas o protegidas con pantallas en muchos cultivos perennes templados y tropicales. Ambos se usan como desecantes para facilitar las cosechas y Diquat se puede usar en ciertas situaciones de malezas acuáticas. Paraquat tiende a ser más activo contra gramíneas y Diquat contra especies de hoja ancha.

2.3.10. Inhibidores de la síntesis de aminoácidos aromáticos

Glifosato

A pesar de la intensa investigación, glifosato es el único herbicida que bloquea la síntesis de aminoácidos aromáticos y es el herbicida de postemergencia no selectivo más extensamente usado. Comúnmente es disponible en formulaciones líquidas solubles de la sal isopropilamina que contienen diferentes tensoactivos y cantidades de ingrediente activo. Glifosato solamente entra en la planta a través de los tejidos verdes de las plantas para moverse en el apoplasto y en el simplasto rápidamente hacia los meristemas, donde detiene el crecimiento, apareciendo los síntomas foliares de clorosis y necrosis entre pocos días y una semana. Se fija moderadamente a los coloides del suelo y se degrada microbiológicamente en un plazo de uno a cuatro meses. Controla la mayoría de las malezas anuales y perennes, así como algunas especies leñosas. El momento de la aplicación es importante para el control de las malezas perennes, ya que el control de las yemas en los propágulos subterráneos dependerá de que glifosato se mueva con los productos de la fotosíntesis desde el follaje hacia los órganos de almacenamiento. Como regla general, se aplica sobre especies perennes en crecimiento activo, con varias hojas recién abiertas, pero antes de la floración.

Se usa extensamente antes de la plantación del cultivo, pero de existir malezas perennes, se deberá dejar de tres a cuatro días entre la aplicación y la labranza para permitir el máximo de acción sistémica del herbicida. Glifosato se usa de esta forma para casi todos los cultivos anuales y en los sistemas de labranza mínima. En algunos países se aplica para controlar focos aislados de malezas perennes, inmediatamente antes de la cosecha, en cereales de grano pequeño. Se usa en aspersión dirigida o con pantalla en muchos cultivos perennes. La ubicación selectiva del herbicida se logra mediante tratamientos dirigidos sobre los focos y mediante el uso de tubos con cordones, brochas, rodillos, mojadores por frotación y otros dispositivos, se usa extensamente en áreas no cultivadas para el control total de malezas.

2.4. Descripción de los herbicidas en estudio

2.4.1. Atrazina

- a.** Grupo químico : Triazinas
- b.** Nombre químico : 2 - cloro - 4 - (etilamina)-6-
isopropilamino)-1, 3,5 - triazina.
- c.** Nombre común : Atrazina
- d.** Nombre comercial: Atranex 50 SC.
- e.** Formula empírica : $C_8H_{14}ClN_5$
- f.** Características fisicoquímicos

Masa molecular : 215.7

Presión de vapor : 107 a 20°C

Punto de fusión : 175°C

Solubilidad : bajo

A mayor presión de vapor, baja la solubilidad y en consecuencia baja la movilidad al interior de la planta; a mayor presión de vapor, incrementa la volatilidad (CHESSA, 2002).

g. Formulación : Suspensión acuosa

h. Dosis : 1.5 a 3 L/ha.

i. Toxicidad

DL50 oral de i.a : 2540 mg/kg de peso vivo

DL50 oral formulado : 5080 mg/kg

Categoría toxicológica : Grupo IV

j. **Forma terrestre**

Empleando aspersorios colocados en un tractor, con un volumen de agua de 200 a 400 L/ha. Una presión de 30 a 40 lb/pulg² y agitación constante; boquillas tipo Teejet 8003/04, con filtros no más finos de 50 mallas. Aspersorios manuales con presión y agitación constante y un volumen de agua mínimo de 60 L/ha, boquillas SS 6515 (26 boquillas/avión), ángulo de colocación de 135°, en relación con la línea de vuelo y un altura de 1.5 m sobre el cultivo, no lo aplique al mediodía (de 11 a 15 horas).

k. **Compatibilidad**

Se ha demostrado que la acción más lenta de Glifosato en mezcla con Atrazina se debe a los inertes de tipo arcilloso que participan en las formulaciones de todos los herbicidas de la familia de las triazinas. Esos inertes arcillosos pueden adsorber el principio activo del Glifosato reduciéndole su capacidad para penetrar en las malezas y translocarse en su interior. Podría

compararse ese efecto con el de la materia orgánica o arcilla en suspensión en un agua sucia que se usara para la aplicación de Glifosato. En esos casos, el control postemergente de malezas con glifosato puede verse demorado, o hasta disminuirlo en el caso de las malezas más exigentes en dosis de Glifosato (CHESSA, 2002).

La floculación de la Atrazina, por su parte, podría describirse como la mayor concentración de este producto en el tercio inferior del volumen total de la mezcla, aunque sin llegar a constituir un precipitado. Puede aparecer especialmente cuando no se remueve ni agita el caldo de la mezcla con Glifosato durante un breve lapso (puede ser sólo algunos minutos). La re-suspensión de la mezcla hasta una situación completamente homogénea es, sin embargo, muy fácil de lograr y basta con remover ligeramente el caldo para que la floculación desaparezca. Por supuesto, la manifestación de esa floculación de la Atrazina depende de la dosis de Atrazina que se hubiese querido mezclar, el volumen de agua calculado para la aplicación, o hasta la misma calidad del agua, tanto en pureza como en dureza. En esos casos, lo recomendable es que la mezcla Atrazina-Glifosato se prepare con la menor anticipación posible al momento de iniciar la aplicación, que se respete el siguiente orden para la preparación de la mezcla: agregar la cantidad necesaria de Atrazina en la mitad del volumen total, después agregar el Glifosato y, por último, completar el tanque con la otra mitad del agua necesaria, que se emplee agua limpia y sin problemas de dureza que pudieran complicar, aún más, la acción del Glifosato, que la mezcla en el tanque se prepare mientras el sistema de retorno del equipo pulverizador esté funcionando y que se

incremente 25 % la dosis de Glifosato que se había decidido aplicar según las malezas a controlar (CHESSA, 2002).

I. Principales malezas que controla la Atrazina

➤ Hojas angostas:

Cadillo *Cenchrus echinatus*.

Carricillo *Panicum fasciculatum*.

Pinto *Echinochloa colonum*.

➤ Hojas anchas:

Achual *Encelania mexicana*.

Calabacilla *Sicyos angulata*.

Verdolaga *Portulaca oleracea*.

2.4.2. Glifosato

La aplicación de Glifosato mata a las plantas eliminando su capacidad de generar aminoácidos aromáticos, lo que produce la muerte súbita, el Glifosato es el principio activo del herbicida con nombre comercial Roundup® de Monsanto. Éste patentó el evento resistencia al Glifosato con transgénesis en el género *Agrobacterium* (KACZEWER, 2002).

- a. Grupo químico : Glicina
- b. Nombre común : Glifosato
- c. Nombre químico : N– (phosphonomethyl) glycine
- d. Composición química : Sal de monoisopropalamina 41 %
p/p Expresado como N.N. fosfonometalaglicina 480 g/L.
- e. Fórmula empírica : C₅H₆N₃O₅P

f. Fórmula estructural

g. Nombre comercial : Glifonox 480 cs.

h. Propiedades fisicoquímicas

Masa molecular : 169.7 g/mol

Presión de vapor : No es aplicable

Punto de fusión : 184.5°C

Solubilidad : Soluble a 25°C

i. Descripción del producto

Es un herbicida por emergente sistémico no selectivo y no residual, perteneciente al grupo de los derivados de la glicina. Su uso está recomendado para los cultivos de café, plátano, banano, frutales, palma africana, cítricos, cacao, y áreas no agrícolas. Además se utiliza como madurante en el cultivo de caña de azúcar, para el control de las mayorías de malezas anuales y perennes; gramíneas y de hoja ancha.

j. Dosis

De 1 a 5 L/ha dependiendo de la concentración del ingrediente activo.

k. Forma de aplicación

La aplicación debe hacerse cuando las malezas han emergido y alcanzado un estado de desarrollo adecuado, el cual depende de la especie de la maleza. Es inactivado para el suelo después de la aplicación; por

esta razón no deja residuos que puedan afectar las siembras posteriores ni tampoco penetra por las raíces de cultivos ya establecidos (TASISTRO, 2000).

Las lluvias que ocurren dentro de 6 horas después de la aplicación pueden reducir la efectividad; si ocurre un aguacero dentro de 2 horas después de la aplicación puede lavar una cantidad importante del producto aplicado y posiblemente sea necesario repetir la aplicación; por eso Crystal Chemical® recomienda utilizar el Mezclafix® como adherente y penetrante para evitar pérdida por lluvias (TASISTRO, 2000).

I. Compatibilidad

No es compatible con herbicidas residuales como ureas sustituidas, trianzinas y herbicidas de tipo hormonal, como Bipiridilos, fenóxidos, órganos arsénicos, la mezcla con otros herbicidas puede reducir la efectividad.

m. Fitotoxicidad

No es fitotóxico al cultivo a dosis recomendadas, sin embargo hay que tener en cuenta que el producto es un herbicida, por lo que si entra en contacto con un cultivo susceptible puede provocar daños irreversibles.

2.5. Ensayos realizados con herbicidas

El Glifosato fue utilizado para controlar las malezas del cultivo de banano, obteniendo el control total de estas DE LA CRUZ (2001), además se indica que los herbicidas a base de Glifosato y sobre todo de trifluralina, son los

más utilizados para el control de malezas en garbanzo de riego en el noroeste de ese país, el Glifosato se recomienda en preemergencia al cultivo y postemergencia a la maleza.

El Glifosato fue utilizado en cultivo de cítricos, aplicado a una dosis de 3L/ha ejerció un control regular sobre las malezas tipo gramínea notándose un efecto fitotóxico lento y con largo poder residual, el tratamiento Roundup de acción sistémica foliar mostró mayor poder residual, siendo 50 días. El tratamiento Gramoxone herbicida de contacto mostró un efecto inmediato a una hora; además RAMÍREZ (2008) afirma que el Glifosato aplicado a una dosis de 3 L/ha de acción sistémica mostro mayor efecto residual, ya que presento el 50 % de rebrote a los 90 días después de la aplicación, controlando el 79.06 % considerado como bueno según la escala propuesta, mientras que el Gramocil aplicado a una dosis de 3 L/ha perdió su poder residual a los 75 días al presentar 60.25 % de rebrote.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Campo experimental

A. Ubicación

El presente trabajo de tesis se realizó en los terrenos del CIPTALD perteneciente a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado al margen derecho del río Huallaga a 25 km de la Ciudad de Tingo María, en el poblado de Santa Lucía, distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, las coordenadas se determinó con el equipo GPS navegador Garmin M 785. Este: 0385397, Norte: 8990216 y altitud media: 605 msnm.



Figura 1. Ubicación del campo experimental.

B. Características de la zona

Temperatura media : 26°C

Precipitación promedio anual : 2700 mm

Zona de vida: Bosque muy húmedo sub tropical.

C. Historia del campo experimental

El lugar donde se ejecutó el experimento, era un terreno purma, actualmente cuenta con plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.), de 17 años de edad, presentando algunos síntomas de “escoba de brujas”, “pudrición parda” y otras enfermedades.

Cuadro 1. Datos meteorológicos durante el experimento.

Meses	Temperatura (°C)			H.R. (%)	Precipitación (mm/mes)	Horas sol
	Max.	Med.	Min.	Promedio		
Abril	30.80	28.25	25.70	84	423.6	165.9
Mayo	29.90	27.60	25.30	85	205.1	141.4
Junio	27.00	26.15	25.30	85	250.3	150.5
Julio	28.50	26.55	24.60	86	260.0	155.0
Agosto	30.30	28.00	25.70	86	250.0	160.0
Promedio	29.30	27.31	25.32	85.2	277.8	154.56

Fuente: José Abelardo Quiñonez – Tingo María, convenio UNAS – SENAMHI (2014).

En el Cuadro 1, se presentan los datos climatológicos correspondientes a los promedios mensuales en el periodo de ejecución del experimento, los datos fueron registrados en la Estación Meteorológica José Abelardo Quiñonez de Tingo María, convenio UNAS - SENAMHI. Los datos nos permitirán analizar y establecer correlaciones como un factor potencial que afecta a la eficiencia de los herbicidas.

D. Análisis de suelos

El suelo es uno de los factores que determina la efectividad de los herbicidas en el control de la maleza, para el análisis físico - químico del suelo del campo experimental, se obtuvo una muestra de 13 sub muestras tomadas

al azar, de la profundidad de la capa arable, que luego de homogenizarlas fueron trasladadas al laboratorio de Suelos de la Universidad Agraria de la Selva para su análisis respectivo.

Cuadro 2. Análisis físico - químico del suelo del campo experimental.

Parámetro	Valor	Método empleado
Análisis físico		
Arena (%)	42,68	Hidrómetro
Arcilla (%)	23,04	Hidrómetro
Limo (%)	35,28	Hidrómetro
Clase textural	Franco	Triángulo textural
Análisis químico		
M. O. (%)	2,50	Walkey y Black
pH (1:1)	5.3	
N- Total (%)	0,16	% M.O. x 0,05
Fósforo disponible (ppm)	4,90	Olsen Modificado
K ₂ O disponible (kg/ha)	365,72	Ácido sulfúrico
Ca cambiante (cmol ⁺)	8.12	EAA
CIC (cmol(+) . kg/ha)	9.75	Suma de cationes
Saturación del Al.	8.65	
Saturación Bas. Camb. (%)	100	Ca + Mg +K+ Na/CICt x 100

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María (2014)

En el Cuadro 2, se observa el campo experimental con textura franco, pH ligeramente ácido, el nivel de materia orgánica es medio, el nitrógeno tiene un nivel medio, fósforo nivel bajo y potasio disponible en un nivel medio, la capacidad de intercambio catiónico está en un nivel bajo, estas características determinan que el suelo presenta fertilidad baja.

E. Presencia de malezas en el campo experimental

En el Cuadro 3 se muestra, la presencia de malezas de hoja ancha fue del 85 % y de hoja angosta de 15 %, también se identificaron cada una de las mezas presentes y el porcentaje de infestación de cada una de ellas.

Cuadro 3. Porcentaje de las malezas identificadas al momento de la ejecución del experimento.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Porc. (%)
Hoja ancha:			85
Leguminosae	<i>Pueraria phaseoloides</i>	"Kudzú"	5
Commelinacea	<i>Commelina recta</i> L.	"Commelina"	75
Leguminosae	<i>Desmodium tortuosum</i>	"Pega Pega"	2
Asteraceae	<i>Pseudolelephantopus spicatus</i> L	"Suelda con suelda"	3
Hoja angosta:			15
Graminae	<i>Digitaria tortuosum</i>	"Pata de gallina"	5
Poaceas	<i>Megathyrsus maximun</i>	"Pasto guinea"	5
Ciperaceae	<i>Cyperus alternifolius</i>	"Cortadera"	2
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	"Coquito"	3
Total			100

Identificación a los 20 días después del uniformizado (corte)

3.2. Componentes en estudio

A. Productos

Ingrediente activo:	Nombre comercial
Glifosato:	Fuego 480 SC
Atrazina:	Atranex

B. Parcela de cultivo de cacao

La plantación de cacao tiene 17 años, donde se encontró 15 % de malezas de hoja angosta y 85 % de malezas de hoja ancha, el porcentaje de infestación fue 100 %, siendo la altura de las malezas de 20 cm.

3.3. Tratamientos en estudio

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos.

Clave	Tratamiento	Dosis/ha	Dosis/trat.
T ₁	Glifosato	2 L	80 cc
T ₂	Glifosato + Atrazina	2 L + 1 L	80 cc + 40 cc
T ₃	Glifosato + Atrazina	2 L + 2 L	80 cc + 80 cc
T ₄	Glifosato	3 L	120 cc
T ₅	Glifosato + Atrazina	3 L + 1 L	120 cc + 40 cc
T ₆	Glifosato + Atrazina	3 L + 2 L	120 cc + 80 cc
T ₇	Glifosato	4 L	160 cc
T ₈	Glifosato + Atrazina	4 L + 1 L	160 cc + 40 cc
T ₉	Glifosato + Atrazina	4 L + 2 L	160 cc + 80 cc

3.4. Diseño experimental

Para el presente estudio se utilizó Bloques Completamente al Azar (BCA), con 10 tratamientos y 4 bloques, para la comparación de los promedios se utilizaron la prueba de Duncan, con el nivel de significancia de 0.05.

A. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

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

U = Es el efecto de la media general.

T_i = Es el efecto de i - ésimo herbicida.

B = Es el efecto de j- ésimo bloque.

ε_{ij} = Es el efecto aleatorio del error experimental de la unidad experimental del j-ésimo bloque a la cual se aplicó el i-ésimo herbicida.

Para:

i = 1, 2, 3,...,6 herbicida.

j = 1, 2, 3, 4 bloques.

B. Esquema del análisis de variancia

Cuadro 5. Esquema del Análisis de variancia.

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques	(r-1)
Tratamientos	(t-1)
Error experimental	(r-1)(t-1)
Total	(tr – 1)

3.5. Características del campo experimental

A. Bloques

Número	:	4
Largo	:	100 m.
Ancho	:	10 m.
Área total de bloque	:	1000 m ²

B. Parcela

Número	:	40
Largo	:	10 m.

Ancho	:	10 m.
Área total de parcela	:	100 m ²
Área de parcela nea	:	64 m ²

C. Dimensiones del campo experimental

Largo	:	100 m.
Ancho	:	40 m.
Área total del experimento	:	4000 m ²

3.6. Ejecución el experimento

A. Demarcación del campo experimental

La demarcación del campo experimental se realizó por el método del triángulo notable (3, 4 y 5), utilizando estacas, rafia y wincha, luego se dividió en cuatro bloques y cada bloque en 10 parcelas, que posteriormente se colocaron las claves en cada parcela.

B. Identificación y determinación del porcentaje de malezas

El porcentaje de malezas se identificó, antes de la aplicación de los herbicidas por método visual del m², se contó el número de malezas, tipos de malezas, tamaño de las malezas y entre otras características evaluadas en la parcela experimental. Esta labor se realizó determinando áreas de 1 m², se contó la cantidad de malezas existentes, tanto de hoja ancha como de hoja angosta, en seguida se tomó datos de altura, con una cinta métrica para determinar el tamaño promedio de las malezas, ya que para una aplicación de herbicidas el tamaño de las malezas deben ser entre 20 a 25 cm de altura, en caso de ser mayor se procederá a realizar el corte, a una altura determinada, pero para el caso del presente experimento se cortó a una altura de 25 cm. Para la identificación de las malezas se realizó a coleccionar y herborizar las

especies existentes en el campo experimental, luego con la ayuda del profesor Guerra Lu, Kalión y con el Manual de Malezas, se determinó su identificación (CHARLES, 2006).

C. Muestra del 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, para su respectiva determinación de nutrientes.

D. Equipo utilizado

Para la aplicación de los tratamientos se utilizó una bomba de mochila de marca Jacto, cuya capacidad es de 20 L, y tres tipos de boquillas: tipo TEE JET 8002 (sistémico), tipo TEE JET 8004 (contacto), tipo TEE JET 8006 (doble acción).

E. Calibración del equipo

Se posiciono la lanza en la altura de trabajo y se midió el ancho de la faja de aplicación, de acuerdo con el ancho de la faja de aplicación se debe recorrer una distancia que corresponde a 100 m², luego se fijó el calibrador a la

tapa conforme sigue: Se removió la capa, boquilla y el filtro, se montó la tapa del calibrador, se instaló nuevamente la boquilla, el filtro y la capa, luego se atornillo el recipiente a la tapa, posteriormente se afirmó la lanza en la posición normal de trabajo y pulverizo el recipiente hasta cubrir el área correspondiente a 100 m², luego se mantuvo el recipiente en el nivel y se hizo la lectura. El nivel del líquido nos indicará el volumen en la escala correspondiente y se vació el recipiente y se repitió la operación, obteniendo así el promedio de tres mediciones.

F. Preparación del caldo

Se realizó en un envase graduado, donde se le agrego las respectivas dosis de ingrediente activo y gasto de agua siguiendo la metodología de CHESSA (2002), con la finalidad de eliminar problemas de compatibilidad entre los ingredientes activos, por lo que la mezcla Atrazina-Glifosato se preparó con anticipación (30 minutos antes de iniciar la aplicación) ,para el cual primero se agregó la Atrazina en la mitad del volumen total de agua, después se agregó el Glifosato y, por último se completó el envase con la otra mitad del agua. Asimismo se aseguró que el agua estuviera limpia y sin problemas de dureza que pudieran complicar, aún más, la acción del Glifosato y se incrementó 25 % la dosis de Glifosato que se había decidido aplicar según las malezas a controlar.

G. Aplicación de los tratamientos

Para la aplicación de los herbicidas, las malezas deben tener 20 cm de altura, además se consideró altura de la boquilla, presión, velocidad de aplicación y hora adecuada (a las 10 am), para la aplicación de los herbicidas.

3.7. Parámetros a evaluar

A. Determinación del efecto control

Las evaluaciones de las malezas se realizó mediante estimaciones visuales en una escala de 0 a 100 %, donde cero indica sin efecto y 100 % indica la muerte de la planta, las evaluaciones se hicieron a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación (DDA) de los herbicidas, para ello se utilizó el método visual y la escala propuesta por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974).

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

B. Determinación del poder residual

Para determinar el poder residual de los tratamientos se procedió a verificar el rebrote de las malezas a los 60, 90, 120 y 150 días después de la aplicación, procediendo a verificar el grado de control de las malezas, determinado el tiempo transcurrido de la aplicación hasta el inicio de la aparición de las nuevas malezas (el grado de rebrote es inverso al poder

residual, cuando el grado de rebrote será 100 % el poder residual será 0%) de las malezas afectadas, para fines de este trabajo, el testigo absoluto (sin control) se consideró 0 %, ya que en este tratamiento no se realizó ningún tipo de control con el fin de que sirva de referencia del porcentaje de infestación de malezas al inicio del experimento y punto crítico de infestación de las malezas que alcanzaran los demás tratamientos y el momento en el que el poder residual será cero.

a. Pesos de las malezas

Se determinó el peso fresco y seco de las malezas al inicio y al final del experimento con la finalidad de cuantificar la cantidad de materia controlada por los tratamientos, para la determinación del peso de seco una muestras de las malezas de cada una de las parcelas, se utilizó el método del 1 m² para luego llevar las muestras a la estufa a 70°C durante 48 horas, hasta que adquieran peso constante.

b. Determinación del análisis económico

Se consideró 2 jornales/ha para la aplicación de los herbicidas. Asimismo, para determinar los costos de producción de los tratamientos se consideró los tratamientos que mostraron control en el rango como mínimo bueno, para relacionarlo con el efecto residual. Finalmente el costo de tratamiento se determinó dividiendo el costo total (costo total de los productos más los jornales de aplicación) entre el número de días en que duró su efecto residual, el valor resultante es el costo de tratamiento por día, del control de malezas para una hectárea.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de control

En los Cuadros 15, 16 y 17 del anexo se presentan los datos originales del porcentaje de control de malezas a los 15, 30 y 45 días respectivamente, después de la aplicación de los herbicidas, en el Cuadro 6 y Figura 2, se presentan los siguientes datos registrados en porcentaje:

Se observa que a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos, no existen diferencias significativas para el efecto de bloques, en cuanto a los tratamientos existen diferencias altamente significativas, asegurando de esta manera que por lo menos un tratamiento fue diferente del otro.

Los coeficientes de variabilidad fueron 4.13, 3.16 y 6.96% para el porcentaje de control de malezas a los 15, 30 y 45 días respectivamente, los cuales son muy homogéneos. En el Cuadro 7, se presenta la comparación de medias correspondiente al porcentaje de control de malezas, donde se observa:

A los 15 días después de la aplicación de los tratamientos se puede observar que existe diferencia estadística entre los tratamientos, siendo los tratamientos T_6 (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L), T_7 (Glifosato 4 L), T_8 (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L), T_9 (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L) y T_5 (Glifosato 3 L + Atrazina 1) ,los que ocupan el primer lugar para ambas evaluaciones con más de 70 % de control, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos, demostraron mayor efecto de control (Cuadro 7), tal hecho puede atribuirse al

modo de acción de los ingredientes activos que está compuesta la mezcla. En este caso la Atrazina es un herbicida sistémico que puede ser aplicado en pre y pos emergencia, el sitio de acción que se ve afectado, es el fotosistema II, especialmente la reacción de Hill. Mientras que el modo de acción del Glifosato es único, solamente ingresa a través de los tejidos verdes para moverse en el apoplásto y en el simplásto rápidamente hacia los meristemas, donde a una semana o más detiene el crecimiento y el follaje se torna clorótico, esto es resultado de la inhibición de la vía del Shikimato, afectando la biosíntesis de los aminoácidos, asimismo se trasloca de forma simplática de las hojas a las raíces (ARAUJO *et al.*, 2003; DUKE *et al.*, 2003a); por lo tanto se podría decir que hay un sinergismo positivo cuando se mezcla Glifosato con Atrazina, el cual se refleja en un porcentaje de control mayor.

El tratamiento T₁₀ (Testigo absoluto), ocupó el último lugar puesto que no se le aplicó ningún método de control.

En el Cuadro 7 y Figura 2, según la prueba de Duncan, para un nivel de significación ($\alpha= 0.05$), a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación de los herbicidas, el tratamiento testigo presentó un efecto de control cero, debido a que no se realizó ningún control de malezas, con el fin de servir como fuente de referencia del porcentaje de infestación de malezas en el campo experimental, al respecto ESPINOSA (2008) afirma que las malezas tienen abundante semilla por lo tanto de muy buena dispersión, germinación y latencia, esto hace 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, la verificación de este hecho se ve en el incremento

de tejido vegetal fresco de 15.31 t/ha al inicio del experimento a 25.65 t/ha al final del experimento, además hubo incrementos de problemas sanitarios y disminución de la producción, el cual no ocurre con los demás tratamientos donde se aplicó el control químico.

Los factores climáticos (Cuadro 1) que se presentaron en los meses de abril - Agosto favorecieron al desarrollo fisiológico de las malezas a una temperatura media de 27.31°C y la una alta precipitación (27.31 mm) tal como lo refiere SALISBURY (2000), mencionan que el clima es un factor determinante en la eficiencia de los herbicidas.

Cuadro 6. Resumen del análisis de variancia del porcentaje de control a los 15, 30 y 45 días, después de la aplicación de los tratamientos.

Fuente de variación	G.L	Cuadros medios		
		15 días	30 días	45 días
Bloques	3	0.18 NS	8.13 NS	68.33 S
Tratamientos	9	1915.6 AS	2529.7 AS	2551 AS
Error experimental	27	6.25	4.55	22.27
Total	39			
C.V. (%):		4.13	3.16	6.96

N.S = No existe significación estadística.
A.S = Altamente significativo.
S = Significativo.

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

Días después de la aplicación de los tratamientos								
15 días			30 días			45 días		
Trat.	Prom.	Sig.	Trat.	Prom.	Sig.	Trat.	Prom.	Sig.
T ₆	71.86	a	T ₈	90.00	a	T ₈	90.00	a
T ₇	71.86	a	T ₉	90.00	a	T ₉	90.00	a
T ₈	71.86	a	T ₇	71.86	b	T ₅	74.20	b
T ₉	71.57	a	T ₄	71.86	b	T ₃	74.20	b
T ₅	71.57	a	T ₃	71.86	b	T ₂	71.86	b
T ₂	60.43	b	T ₆	71.57	b	T ₇	71.86	b
T ₃	60.43	b	T ₂	71.57	b	T ₄	71.57	b
T ₁	60.06	b	T ₅	71.57	b	T ₆	71.57	b
T ₄	60.00	b	T ₁	63.43	c	T ₁	63.43	c
T ₁₀	0.00	c	T ₁₀	0.00	d	T ₁₀	0.00	d

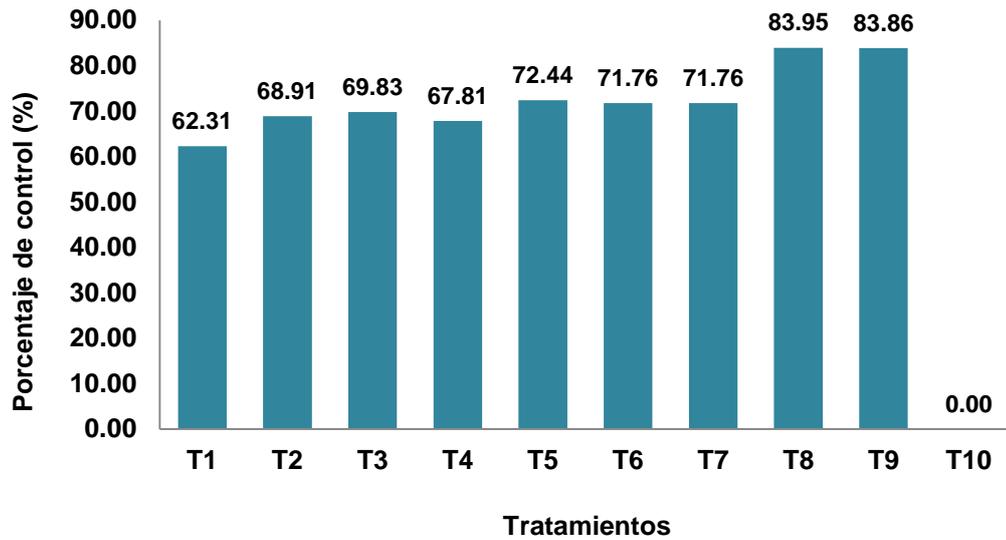
Tratamientos unidos por la misma letra en columna, no existe significación estadística.

T ₁ (Glifosato 2 L)	T ₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L)
T ₂ (Glifosato 2 L + Atrazina 1 L)	T ₇ (Glifosato 4 L)
T ₃ (Glifosato 2 L + Atrazina 2 L)	T ₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L)
T ₄ (Glifosato 3 L)	T ₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L)
T ₅ (Glifosato 3 L + Atrazina 1)	T ₁₀ (Testigo absoluto)

A los 30 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos, T₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) y T₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L), ocuparon el primer lugar con un 90 % de control, seguido de los tratamientos T₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L), T₇ (Glifosato 4 L), T₂ (Glifosato 2 L + Atrazina 1L), T₄ (Glifosato 3 L), T₅ (Glifosato 3 L + Atrazina 1L) y T₃ (Glifosato 2 L + Atrazina 2 L), que no difieren estadísticamente entre ellos. En la Figura 2 se presentan los grados de control de malezas, obtenidos del promedio de los datos originales, donde se verifica los mejores tratamientos.

Es que los tratamientos T₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) y T₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L), tuvieron mayor efecto de control sin diferenciarse estadísticamente entre ellos, diferencias que estarían relacionadas con la dosis de aplicación; este hecho es corroborado por KOGAN y PÉREZ (2003) y VARGAS *et al.* (2012), quienes mencionan que a diferentes dosis aplicadas para cada ingrediente activo se puede apreciar que a mayor dosis hay una respuesta más inmediata en lo que se refiere al porcentaje de control de las malezas, lo que podría convertirse a un eficiente control en un tiempo. Entonces se puede decir hay un efecto significativo para el control cuando se mezcla Glifosato a dosis mayores con Atrazina como se observa en los tratamientos T₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) y T₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L) donde las dosis de Glifosato son de 4 L/ha, este efecto mayor no solo podría ser debido a la dosis sino también a la mayor compatibilidad que se genera al usar una mayor dosis de Glifosato con bajas dosis de Atrazina de tal manera que exista floculación en la mezcla lo que no ocurriría con los demás tratamientos debido a que las dosis son bajas lo cual aseguraría una cierto grado incompatibilidad, además ayuda a una mejor asimilación del herbicida el nivel medio de la materia orgánica (Cuadro 2), la metodología empleada solo reduce la incompatibilidad, al respecto CHESSA (2002), recomienda aumentar la dosis de Glifosato a un 25 % la dosis que se había decidido aplicar según las malezas. Sin embargo PAYSON (2003), afirma que la acción conjunta de varios herbicidas tienen más efecto de control, debido a que atacan varios sitios de acción. En contraposición, muchos estudios realizados sobre mezclas con Glifosato y Atrazina han demostrado cierta incompatibilidad o antagonismo,

especialmente cuando para preparar la mezcla se usa Atrazina de formulación granulada, retrasando la acción del Glifosato, debido a la floculación o coagulación de la Atrazina, por su parte, podría describirse como la mayor concentración de este producto en el tercio inferior del volumen total de la mezcla, aunque sin llegar a constituir un precipitado, una de las causas por la que se da este fenómeno es cuando no se remueve ni agita el caldo durante un breve lapso (pueden ser sólo algunos minutos) FORJÁN y MANSO (2012). La mayor presencia de (*Commelina erecta* L.), está relacionada con la sombra proporcionada por plantación de cacao y la humedad del suelo. Se cree que esta especie haya afectado la eficiencia de los herbicidas debido a que posee una gran cantidad de tejido vegetal en consecuencia necesita una mayor cantidad de ingrediente activo por lo que ese puede ver que los tratamientos T₁ (Glifosato 2 L), T₂ (Glifosato 2 L + Atrazina 1 L) y T₃ (Glifosato 2 L + Atrazina 2 L) , que tienen un efecto menor que los demás tratamientos ,de ahí que se podría considerar como una especie difícil de controlar, al respecto RAINERO (2007), menciona que (*Commelina erecta* L.), es un especie moderadamente resistente al Glifosato.



- | | |
|---|---|
| T ₁ (Glifosato 2 L) | T ₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L) |
| T ₂ (Glifosato 2 L + Atrazina 1 L) | T ₇ (Glifosato 4 L) |
| T ₃ (Glifosato 2 L + Atrazina 2 L) | T ₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) |
| T ₄ (Glifosato 3 L) | T ₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L) |
| T ₅ (Glifosato 3 L + Atrazina 1) | T ₁₀ (Testigo absoluto) |

Figura 2. Grado de control de malezas (promedio de los datos transformados, presentados en el Cuadro 7).

4.2. Poder residual de los tratamientos

En el Cuadro 8 y Figura 3, se observa:

Que no existen diferencias significativas para el efecto de bloques, pero si existe diferencias altamente significativas para el efecto de los tratamientos. Los coeficientes de variación 7.47, 9.13, 13.67 y 8.08 % son aceptables para las condiciones en que se realizó el presente experimento. Es decir que los coeficientes de variabilidad tienden a aumentar a partir del día 60, debido al aumento del grado de rebrote, esto se debe que en el transcurso del

experimento los valores del porcentaje van aumentando y esto da lugar a que la variación de los datos sea más significativa.

En el Cuadro 9, se presentan la comparación de medias correspondientes al poder residual de los diferentes tratamientos, este estuvo determinado por la presencia de rebrotes de las malezas.

A los 60 días después de la aplicación de los herbicidas el tratamiento T₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L), T₇ (Glifosato 4 L), T₅ (Glifosato 3 L + Atrazina 1), T₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) y T₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L), no presentaron rebrote sin diferir estadísticamente entre ellos, de esta manera mostrando un alto poder residual que los demás tratamientos. Este hecho es atribuido a las características sistémicas de los herbicidas, a diferencia de la Atrazina el Glifosato es un herbicida total, con un gran poder de translocación a nivel apoplásto y simplásto de lenta acción y de un amplio espectro de acción tal como lo refieren DUKE y DAYAN (2011). Mientras que a los 90 días, las mezclas de Glifosato (4 L/ha) con 1 y 2 L/ha de Atrazina resultaron mejores, en este caso se cree que los herbicidas hayan tenido no solo una residualidad en el interior de la planta sino un efecto en el suelo que hace que controle las apariciones de nuevas malezas.

A los 120 y 150 días se observa que los mayores rebrotes se siguen manteniendo para los tratamientos T₁ (Glifosato 2 L) y T₂ (Glifosato 2 L + Atrazina 1 L), mientras que los tratamientos T₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L), T₇ (Glifosato 4 L), T₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) y T₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2

L), fueron los mejores tratamientos con un 45% de rebrote para los datos transformados.

Se observa que los tratamientos T₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L), T₇ (Glifosato 4 L), T₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) y T₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L), tienen más poder residual debido a la translocación de los ingredientes activos al suelo por ser de origen sistémico, este hecho también estaría relacionado con la concentración del ingrediente, por lo que el Glifosato a 4 L/ha tiene un buen poder residual, además una fracción de la aplicación de Atrazina habría llegado al suelo haciendo incrementar la persistencia del herbicida, al respecto HANEY *et al.*, 1999, mencionan que la gran mayoría de herbicidas de acción sistémica tienen la capacidad de translocarse del tejido vegetal (raíz) hacia el suelo e incrementar su persistencia en 6 veces más en suelos en los que pudiesen existir restos de plantas a los que previamente se aplicó el herbicida. Mientras que los tratamientos T₁ (Glifosato 2 L) y T₂ (Glifosato 2 L + Atrazina 1 L), pierden su poder residual los 120 días después de la aplicación, esto se debería a que la baja dosis y una ligera incompatibilidad en la mezcla, ocasionado por una baja proporcionalidad entre el Glifosato y la Atrazina.

La persistencia de los herbicidas a la vez puede estar afectado por factores de degradación, siendo la más importante las propiedades físicas y químicas del suelo, de manera que si se analiza los resultados del análisis de suelo, indican que la textura es franca lo cual indica que esta característica no ha influido en la eficiencia, mientras el pH 6.5 que es ligeramente ácido si influyó en la eficiencia ya que a ese valor de pH la disponibilidad de la

Atrazina es menor ,al respecto HOUOT *et al.*, (2000), mencionan que el pH ácido inhibe la adsorción y mineralización de la Atrazina en los suelos. Asimismo se ha visto que la Atrazina tienen un TD₅₀ de 90 días respectivamente, además es un herbicida que está considerado potencialmente lixiviables por lo que el clima y suelo es el principal factor de la persistencia del herbicida de acción residual, mientras que el Glifosato a concentraciones exageradas se translocan al suelo (KOGAN y PÉREZ, 2003). En la Figura 3, se presenta el grado de rebrote de malezas, obtenidos de los promedios de los datos originales.

Cuadro 8. Resumen del análisis de variancia del porcentaje de rebrote de malezas a los 60, 90, 120 y 150 días, después de la aplicación de los tratamiento

Fuente de variación	G.L	Cuadros medios			
		65 días	90 días	120 días	150 días
Bloques	3	0.83 NS	3.39 NS	68.47 S	42.40 S
Tratamientos	9	898 AS	1444.8 AS	2611.36 AS	2729.5 AS
Error experimental	27	0.55	4.42	49.01	20.27
Total	39				8.08
C.V. (%):		7.47	9.13	13,67	8.08

N.S. = No existe significación estadística.
A.S. = Altamente significativo.
S = Significativo.

Cuadro 9. Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) del porcentaje de rebrote de malezas los 60, 90, 120 y 150 días después de la aplicación de los tratamientos.

Días después de la aplicación de los tratamientos											
60 días			90 días			120 días			120 días		
Trat.	Prom.	Sig.	Trat.	Prom.	Sig.	Trat.	Prom.	Sig.	Trat.	Prom.	Sig.
T ₁	45.00	a	T ₁	60.06	a	T ₂	90.00	a	T ₂	90.00	a
T ₄	18.43	b	T ₃	30.75	b	T ₁	90.00	a	T ₁	90.00	a
T ₂	18.38	b	T ₄	30.00	b	T ₃	58.41	b	T ₃	71.02	b
T ₃	17.41	b	T ₆	30.00	b	T ₄	47.74	c	T ₄	63.43	c
T ₈	0.00	c	T ₅	29.95	b	T ₅	46.15	c	T ₅	62.49	c
T ₉	0.00	c	T ₂	29.95	b	T ₉	45.00	c	T ₉	45.00	d
T ₅	0.00	c	T ₇	29.89	b	T ₈	45.00	c	T ₈	45.00	d
T ₆	0.00	c	T ₈	0.00	c	T ₆	45.00	c	T ₆	45.00	d
T ₇	0.00	c	T ₉	0.00	c	T ₇	45.00	c	T ₇	45.00	d
T ₁₀	0.00	c	T ₁₀	0.00	c	T ₁₀	0.00	d	T ₁₀	0.00	e

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

T₁ (Glifosato 2 L)

T₂ (Glifosato 2 L + Atrazina 1 L)

T₃ (Glifosato 2 L + Atrazina 2 L)

T₄ (Glifosato 3 L)

T₅ (Glifosato 3 L + Atrazina 1)

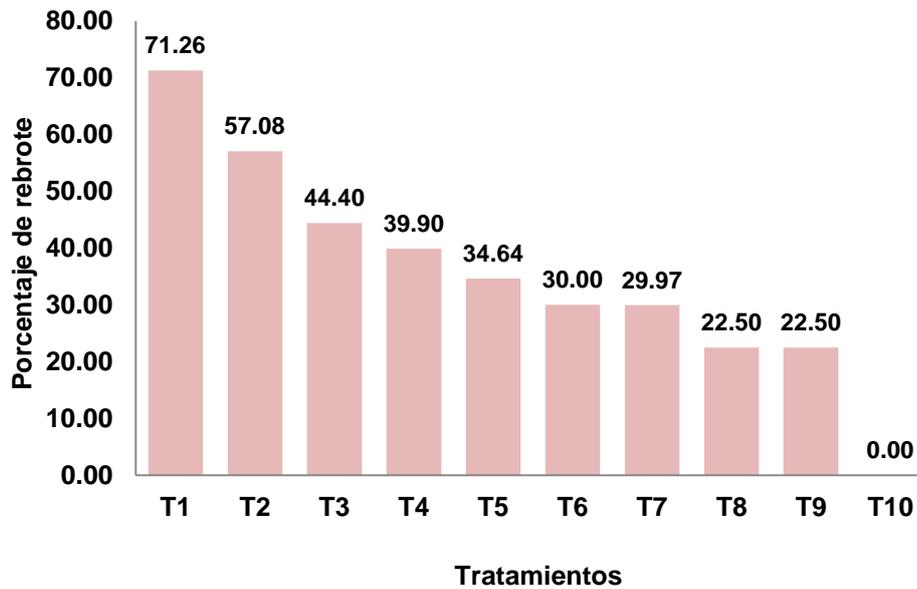
T₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L)

T₇ (Glifosato 4 L)

T₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L)

T₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L)

T₁₀ (Testigo absoluto)



- | | |
|---|---|
| T ₁ (Glifosato 2 L) | T ₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L) |
| T ₂ (Glifosato 2 L + Atrazina 1 L) | T ₇ (Glifosato 4 L) |
| T ₃ (Glifosato 2 L + Atrazina 2 L) | T ₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) |
| T ₄ (Glifosato 3 L) | T ₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L) |
| T ₅ (Glifosato 3 L + Atrazina 1) | T ₁₀ (Testigo absoluto) |

Figura 3. Grado de rebrote de malezas (promedio de los datos transformados presentados en el Cuadro 10).

4.3. De los pesos

A. Peso fresco de las malezas

En el Cuadro 10, se muestra el análisis de varianza para el peso fresco de las malezas antes y al final de experimento, para mejores detalles y comparaciones se utilizó las claves de los tratamientos ubicados en sus parcelas respectivas; se observó, que entre tratamientos existe diferencias altamente significativas. El coeficiente de variabilidad indica que los resultados para este parámetro no fueron muy variables, debido a la predominancia de una especie de maleza.

Cuadro 10. Análisis de variancia del peso fresco, de las malezas, al inicio y final del experimento

Fuente de variación	G.L.	Cuadros medios	
		Inicio	Final
Bloque	3	0.15 N.S	0.78 NS
Tratamiento	9	2.37 S	63.67 AS
Error experimental.	27	0.71	1.14
Total	39		
CV. (%):		5.05	6.61

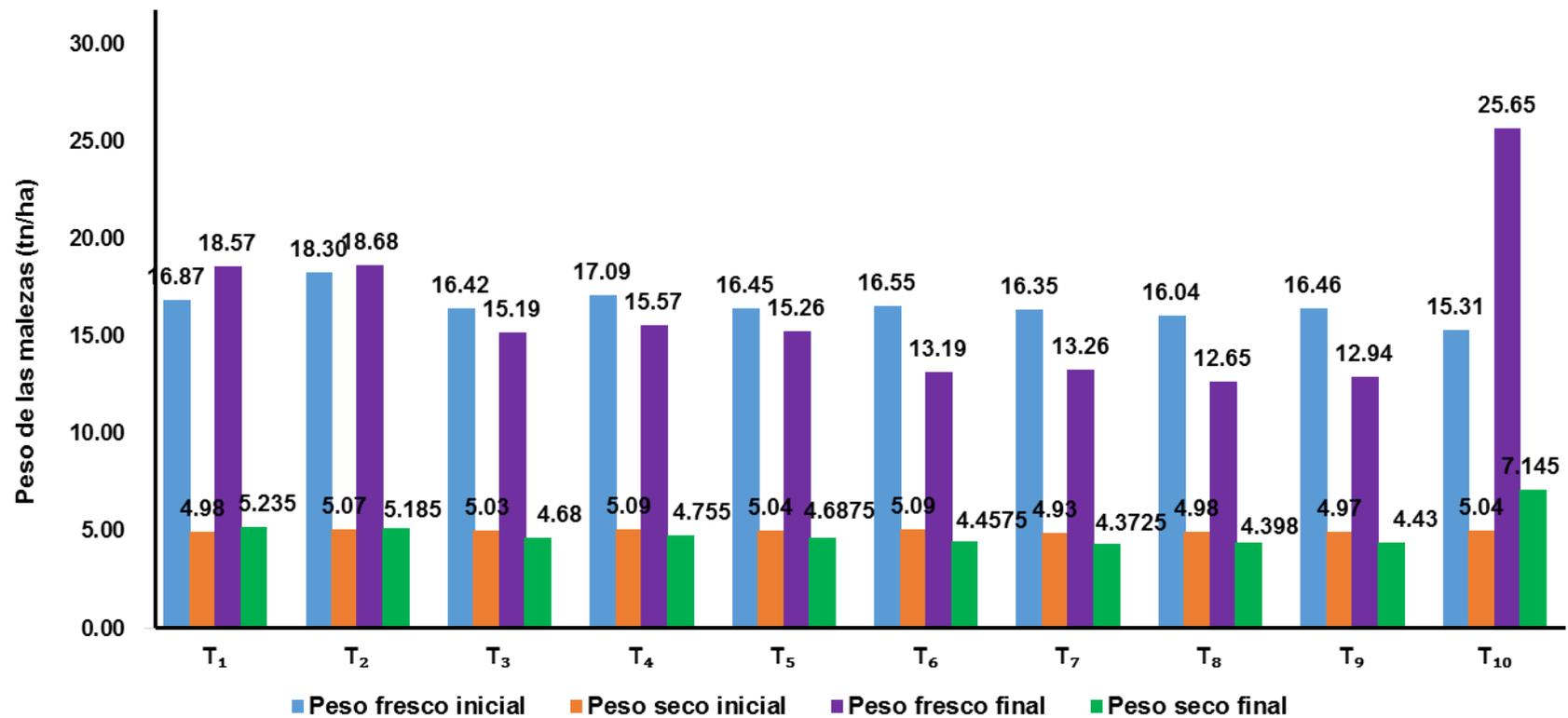
N.S. = No existe significación estadística.
A.S. = Altamente significativo.

En el Cuadro 11 y Figura 4, se observa la comparación de medias del peso fresco de las malezas al inicio del experimento, se deduce que los tratamientos T₂ (Glifosato 2 L + Atrazina 1 L) y T₄ (Glifosato 3 L), son los que obtuvieron mayor peso fresco (18.30 y 17.09 t/ha, respectivamente), mientras que los demás tratamientos tienen menores pesos, sin diferenciarse estadísticamente entre ellos, indicando que hubo una homogeneidad en las parcelas antes del experimento. Asimismo se observa la comparación de medias del peso fresco de las malezas al final del experimento, donde los tratamientos T₇ (Glifosato 4 L), T₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L), T₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L) y T₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) ,tuvieron los más bajos pesos, ocupando el primer lugar, mientras que los tratamientos T₁ (Glifosato 2 L) y T₂ (Glifosato 2 L + Atrazina 1 L), son los que más peso tuvieron, el cual está relacionado con una baja eficiencia de dichos tratamientos. Además se observa que el tratamiento testigo obtuvo un peso de 25.65 t/ha, debido a que no tuvo ningún control (Figura 4).

Cuadro 11. Comparación de medias (Duncan $\alpha= 0.05$) para el peso fresco de las malezas al inicio y final del experimento.

Peso fresco (t/ha)							
Inicio			Final			Trat.	Incremento
Trat.	Prom.	Sig.	Trat.	Prom.	Sig.		
T ₂	18.3	a	T ₁₀	25.7	a	T ₁₀	10,35
T ₄	17.09	a b	T ₂	18.7	b	T ₁	1,70
T ₁	16.87	b	T ₁	18.6	b	T ₃	0,73
T ₃	16.82	b	T ₃	16.1	c	T ₂	0,38
T ₆	16.55	b	T ₄	15.6	c	T ₇	-3,09
T ₉	16.46	b c	T ₅	15.3	c	T ₅	-1,19
T ₅	16.45	b c	T ₇	13.3	d	T ₄	-1,53
T ₇	16.35	b c	T ₆	13.2	d	T ₆	-3,36
T ₈	16.04	c	T ₉	12.9	d	T ₈	-3,39
T ₁₀	15.3	c	T ₈	12.7	d	T ₉	-3,52

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



- | | |
|---|---|
| T ₁ (Glifosato 2 L) | T ₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L) |
| T ₂ (Glifosato 2 L + Atrazina 1 L) | T ₇ (Glifosato 4 L) |
| T ₃ (Glifosato 2 L + Atrazina 2 L) | T ₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) |
| T ₄ (Glifosato 3 L) | T ₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L) |
| T ₅ (Glifosato 3 L + Atrazina 1) | T ₁₀ (Testigo absoluto) |

Figura 4. Pesos de las malezas al inicio y final del experimento.

B. Pero seco de las malezas

En el Cuadro 12, se muestra el análisis de varianza para el peso seco de las malezas antes y al final de experimento, para mejores detalles y comparaciones se utilizó las claves de los tratamientos ubicados en sus parcelas respectivas; se observó que entre tratamientos solo existe diferencias altamente significativas para el peso seco al final del experimento, por lo que se puede decir que al menos un tratamiento fue diferente a los demás. El coeficiente de variabilidad indica que los resultados fueron muy homogéneos.

Cuadro 12. Análisis de variancia del peso seco de las malezas al inicio y final del experimento

Peso seco					
Fuente de variación	G.L.	Cuadros medios			
		Inicio		Final	
Bloque	3	0.05	NS	0.11	S
Tratamiento	9	0.03	NS	2.76	AS
Error experimental	27	0.02		0.03	
Total	39				
CV: (%)			3.10	3.44	

N.S. = No existe significación estadística.
A.S. = Altamente significativo.
S = Significativo.

En el Cuadro 13, se observa la comparación de medias del peso seco de las malezas al inicio del experimento, donde se observa que no hay diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, resultado que comprueba la homogeneidad de las parcelas. Asimismo la comparación de medias del peso seco de las malezas al final del experimento, donde los tratamientos T₇ (Glifosato 4 L), T₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L), T₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) y T₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L), tuvieron los menores pesos coincidiendo con los resultados obtenidos en el Cuadro 11 y Figura 4.

Cuadro 13. Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) para el peso seco de las malezas al inicio y final del experimento.

Peso seco (t/ha)					
Inicio			Final		
Trat.	Prom.	Sig.	Trat.	Prom.	Sig.
T ₉	5.16	a	T ₁₀	7.15	a
T ₄	5.14	a	T ₁	5.24	b
T ₆	5.09	a	T ₂	5.19	b
T ₂	5.07	a	T ₃	4.86	c
T ₈	5.05	a	T ₄	4.76	c
T ₃	5.04	a	T ₅	4.69	c
T ₁₀	5.04	a	T ₆	4.46	d
T ₅	5.04	a	T ₇	4.43	d
T ₁	4.98	a	T ₉	4.4	d
T ₇	4.87	a	T ₈	4.37	d

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

En la Figura 5 se observa cuantitativamente en control de los herbicidas expresados en peso de tejido muerto por hectárea hasta los 150 días después de la aplicación de los herbicidas. Los tratamientos T₇ (Glifosato 4 L), T₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L), T₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) y T₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L), ocupan el primer lugar al tener mayores pesos de tejido controlado con respecto a los pesos inicial, mientras que los tratamientos T₁ (Glifosato 2 L) y T₂ (Glifosato 2 L + Atrazina 1 L), no tienen efecto de control por lo que los resultados son negativos. El tratamiento T₁₀ que es el testigo indica la cantidad de tejido no controlado a no aplicar ningún método de control. Todos los tratamientos produjeron una reducción de materia seca a los 150 días después de la aplicación de los tratamientos, con excepción de los tratamientos T₁ y T₂ que al contrario incrementaron la cantidad de materia seca

debido a que los herbicidas perdieron su poder residual y en consecuencia no hubo control. El testigo obtuvo el mayor peso teniendo un incremento de 10.35 t/ha para materia fresca debido a que no se aplicó ningún herbicida (Figura 5), el alto incremento de materia fresca en el testigo estaría relacionado con la mayor cantidad de tejido acumulado por *Commelina erecta* L, debido a que esta especie de maleza tiene un alto porcentaje de agua y un índice de desarrollo rápido, de manera que si dejamos sin control a una plantación de cacao esta se vería gravemente afectado por competencia y nutrientes.

Por otro lado la mayor cantidad de tejido controlado al final del experimento corresponden a los tratamientos con mayor dosis T₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L), T₇ (Glifosato 4 L), T₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) y T₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L), en cambio los pesos frescos fueron mayores de 3.9 t/ha y 0.49 t/ha en peso seco, mientras que los tratamientos con dosis más baja (T₁ y T₂), ya no controlaban por lo que los resultados fueron negativos.

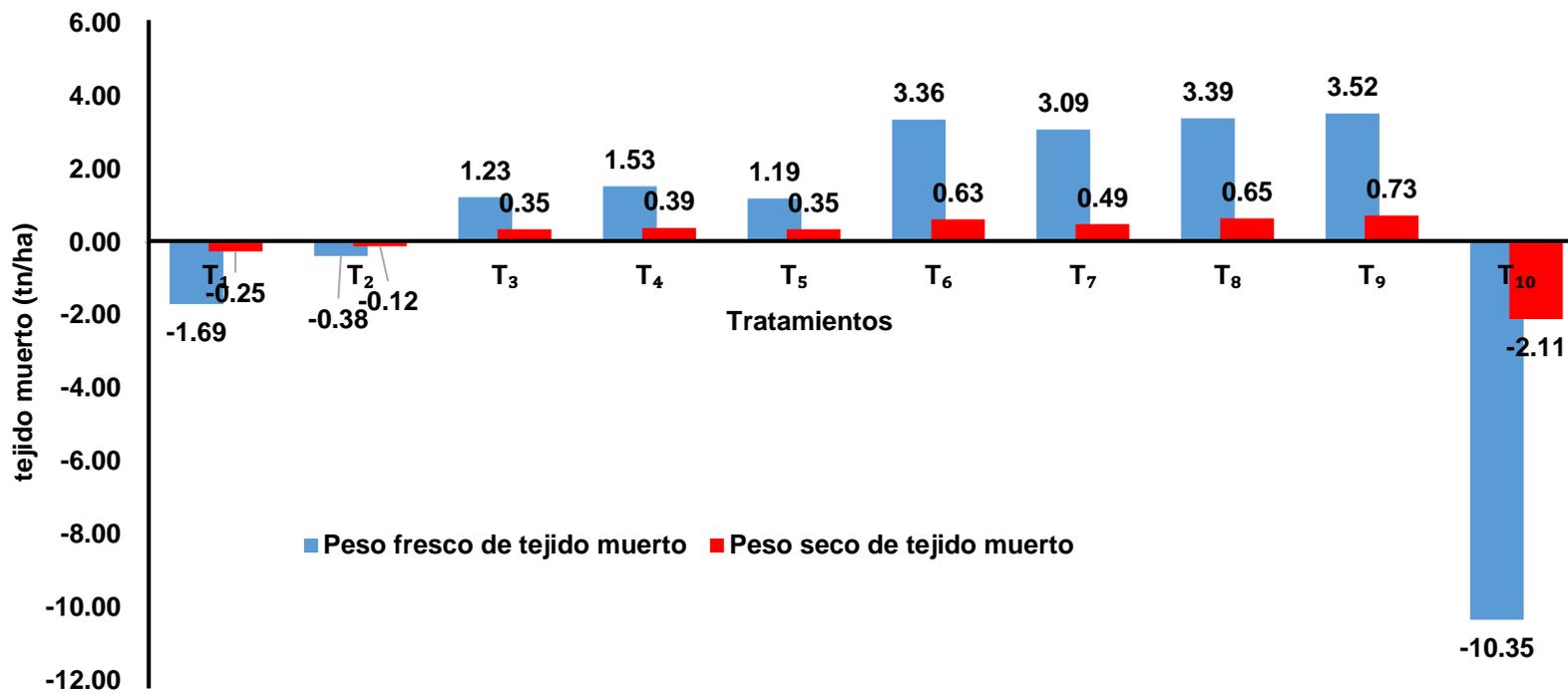


Figura 5. Peso de fresco y seco de tejido muerto de las malezas al final del experimento.

4.4. Análisis económico

En el Cuadro 14, se presenta los costos de los herbicidas y de jornal para cada tratamiento, datos expresados en hectáreas, el poder residual se tomara en cuenta el día en el que el poder residual haya sido nulo. Se consideró dos jornales requerido para la aplicación de los herbicidas en 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 tratamiento T_1 (Glifosato 2 L), T_4 (Glifosato 3 L) y T_7 (Glifosato 4 L), que pese a que presentan bajos costos (S/. 0.72, 0.77 y 0.92 por día de control respectivamente), no son eficientes en el control de malezas, los tratamientos T_6 (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L) y T_9 (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L), resultaron más caros con costos de S/. 1.44 y 1.59 respectivamente, los cuales generan una abaja rentabilidad. Se puede mencionar que el tratamiento T_8 (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L), resulta una opción rentable debido a que tiene un alta residualidad (150 días), un porcentaje alto de control (90 %) y sobre todo un costo intermedio (S/. 1.25) con respecto a los demás tratamientos en prueba. Se puede mencionar al tratamiento T_5 (Glifosato 3 L + Atrazina 1L), como segunda opción para el control de malezas en cacao al presentar un costo de control de S/. 1.11 y un poder residual de 150 días, Según ALAM (1974), los tratamientos tuvieron resultados significativos en el en la escala de medición cualitativa y cuantitativa, 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 14), se muestra que los tratamientos T_1 (Glifosato 2 L), T_4 (Glifosato 3 L) y T_7 (Glifosato 4 L), que pese a que presentan bajos costos (S/. 0.72, 0.77 y 0.92 por día de control respectivamente), no son eficientes en el control (68.43, 71.86 y 71.86 % respectivamente a los 45 días después de la aplicación de los herbicidas), además T_1 (Glifosato 2 L), tiene un poder residual de 130 días. Mientras que los tratamientos T_6 (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L) y T_9 (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L), que pese que tienen un buen control de 90 % y un poder residual 150 días resultaron los tratamientos más caros con costos de S/.1.44 y 1.59 respectivamente, los cuales generan una baja rentabilidad a nivel de todo el cultivo. Se puede mencionar que el tratamiento T_8 (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L), resulta una opción rentable debido a que tiene un alta residualidad (150 días), un porcentaje alto de control (90 %) y sobre todo un costo intermedio (S/. 1.25) con respecto a los demás tratamientos en prueba. También se puede mencionar al tratamiento T_5 (Glifosato 3 L + Atrazina 1L), como segunda opción para el control de malezas en cacao al presentar un costo de control de S/. 1.11 y un poder residual de 150 días.

Cuadro 14. 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/.)	Potencia l de control (%)	Poder residual	Costo de tratamientos S/. Por día de control.
T ₁	27(2)	2	25	94.00	63.43	130	0.72
T ₂	22(2) +50(1)	2	25	144.00	71.86	130	1.11
T ₃	22(2) +50(2)	2	25	194.00	74.00	150	1.29
T ₄	22(3)	2	25	116.00	71.86	150	0.77
T ₅	22(3) +50(1)	2	25	166.00	74.00	150	1.11
T ₆	22(3) +50(2)	2	25	216.00	71.37	150	1.44
T ₇	22(4)	2	25	138.00	71.86	150	0.92
T ₈	22(4) +50(1)	2	25	188.00	90.00	150	1.25
T ₉	22(4) +50(2)	2	25	238.00	90.00	150	1.59
T ₁₀	0	0	0	0.00	0.00	150	0.00

T₁ (Glifosato 2 L)

T₂ (Glifosato 2 L + Atrazina 1 L)

T₃ (Glifosato 2 L + Atrazina 2 L)

T₄ (Glifosato 3 L)

T₅ (Glifosato 3 L + Atrazina 1)

T₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L)

T₇ (Glifosato 4 L)

T₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L)

T₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L)

T₁₀ (Testigo absoluto)

V. CONCLUSIONES

1. El tratamiento T₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) y T₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L), controlaron en 90 %, mostrando potencial de control excelente, mientras que los demás tratamientos obtuvieron un control bueno con más del 70 % con excepción del tratamiento T₁ (Glifosato 2 L) que tuvo control eficiente con 60.43 %.
2. Los tratamientos T₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L), T₇ (Glifosato 4 L), T₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) y T₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L), fueron los mejores tratamientos con 45 % de rebrote para los datos transformados a los 150 días después de la aplicación, mientras que los tratamientos T₁ (Glifosato 2 L) y T₂ (Glifosato 2 L + Atrazina 1 L), mostraron menor poder residual para los datos transformados al presentar 90 % de rebrote a los 130 días,
3. El tratamiento T₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L), resulta una opción rentable por tener alta residualidad (150 días), alto porcentaje de control (90%) y costo intermedio (S/. 1.25), mientras que los tratamientos T₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L) y T₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L), pese a tener buen control de 90 % y poder residual de 150 días, resultaron más caros con costos de S/. 1.44 y 1.59 respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para el control de malezas en cacao utilizar Glifosato a una dosis de 4 L/ha en mezcla con Atrazina 1 L/ha como primera opción con la finalidad de aumentar la residualidad y reducir los costos de producción y, como segunda opción se recomienda usar Glifosato a una dosis de 3 L/ha en mezcla con un 1 L/ha de Atrazina.
2. Se recomienda realizar un análisis de impacto ambiental con la finalidad de cuantificar los daños que puede causar el uso de los herbicidas.
3. Se debe incluir el análisis estadístico multivariado con la finalidad de considerar todos los factores que influyen en la eficiencia de los herbicidas.
4. Evaluar los mismos tratamientos en diferentes cultivos con el fin de ver la variación del efecto de control y la residualidad.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de tesis se llevó a cabo en el campo de la Ex Estación Experimental Tulumayo, ubicado al margen derecho del río Huallaga a 25 km de la ciudad de Tingo María, en el poblado de Santa Lucía, distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. El presente trabajo tuvo una duración de 5 meses que va desde de abril 2014 a agosto del 2014. El porcentaje de infestación de malezas fue 85 % de hoja ancha y 15 % de hoja angosta los objetivos fueron: (1) Evaluar el efecto de control de malezas de las dosis de Glifosato y Atrazina y sus mezclas en prueba, (2) Evaluar el efecto residual (tiempo) de los tratamientos en prueba y (3) determinar el costo económico para los tres métodos de control de en el cultivo de cacao. Se instaló en un suelo franco, con reacción ligeramente ácida; materia orgánica media y nitrógeno total en un nivel bajo; fósforo en un nivel bajo y potasio en un nivel medio; saturación de bases en un 100 %.

Los tratamientos conforman dos herbicidas (Glifosato y Atrazina), en diferentes dosis, estas fueron las siguientes: T₁ (Glifosato 2 L), T₂ (Glifosato 2 L + Atrazina 1 L), T₄ (Glifosato 3 L), T₃ (Glifosato 2 L + Atrazina 2 L), T₅ (Glifosato 3 L + Atrazina 1), T₆ (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L), T₇ (Glifosato 4 L), T₈ (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) y T₉ (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L), se utilizó el diseño de Bloques Completamente Azar con 4 repeticiones. Los parámetros que se evaluaron fueron: porcentaje de invasión de malezas antes de la aplicación de los herbicidas, el efecto potencial momento de aplicación de los herbicidas, el efecto potencial de control a los 15, 30 y 45 días, el efecto

residual a los 60, 90, 120 y 150 días y el peso de las malezas y el costo de aplicación.

Los tratamientos T_6 (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L), T_7 (Glifosato 4 L), T_8 (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L) y T_9 (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L), fueron los mejores tratamientos con un 45 % de rebrote para los datos transformados. A los 150 días después de la aplicación, mientras que los tratamientos T_1 (Glifosato 2 L) y T_2 (Glifosato 2 L + Atrazina 1 L), mostraron menor poder residual para los datos transformados al presentar 90 % de rebrote a los 130 días. El tratamiento T_8 (Glifosato 4 L + Atrazina 1 L), resulta una opción rentable debido a que tiene un alta residualidad (150 días), un porcentaje alto de control (90 %) y sobre todo un costo intermedio (S/. 1.25), mientras que los tratamientos T_6 (Glifosato 3 L + Atrazina 2 L) y T_9 (Glifosato 4 L + Atrazina 2 L), que pese que tienen un buen control de 90 % y un poder residual 150 días resultaron los tratamientos más caros con costos de S/. 1.44 y 1.59 respectivamente, por lo que se recomienda para el control de malezas en cacao utilizar Glifosato a una dosis de 4 L/ha en mezcla con Atrazina 1 L/ha como primera opción con la finalidad de aumentar la residualidad y reducir los costos de producción y como segunda opción se puede recomendar usar Glifosato a una dosis de 3 L/ha en mezcla con un 1 L/ha de Atrazina.

VIII. ABSTRACT

Cacao originates in the high Amazon of South America, with the shared borders between Columbia, Ecuador, Peru and Brazil having the greatest number of genetic diversity in cacao. The regions in the jungle are found in the tropical zone at an average altitude of 580 masl, which create comparative advantages that should be taken advantage of in technological options for crop development and to achieve competitive advantages and sustainable development. The objective of this study was to evaluate the effect and residual power of glyphosate and atrazine and to do an economic analysis of the treatments; likewise, the random complete block design was used to evaluate the effect and residual power of the herbicides on the weeds in the cacao crop. The form of evaluation was using the visual method, expressed in percentages, which is to say that there were periodic evaluations using a notebook and pencil to record the results; additionally, for the data processing, the programs Excel, Infostat and SPSS-22 were used. The treatments T₆ (glyphosate 3 L + atrazine 2 L), T₇ (glyphosate 4 L), T₈ (glyphosate 4 L + atrazine 1 L) and T₉ (glyphosate 4 L + atrazine 2 L), were superior with a 45 % regrowth in the converted data at 150 days after application; meanwhile, the treatments T₁ (glyphosate 2 L) and T₂ (glyphosate 2 L + atrazine 1 L), showed lower residual power for the converted data with 90 % regrowth at 130 days. The treatment T₈ (glyphosate 4 L + atrazine 1 L), proves to be a profitable option due to a high resistance (150 days), with a high percentage of control (90 %) and above all, an intermediate cost (S/. 1.25); meanwhile, the treatments T₆ (glyphosate 3 L + atrazine 2 L) and T₉ (glyphosate 4 L + atrazine 2 L), notwithstanding, have a good control at

90 % and a residual power of 150 days, resulting to be the most expensive treatments with costs of S/. 1.44 and 1.59, respectively. As a result, it is concluded that the glyphosate showed greater effect with a 90 % control at a dose of 3 and 4 L/ac, mixed with atrazine of 1 and 2 L, respectively; likewise, the treatments T₆ (glyphosate 3 L + atrazine 2 L), T₇ (glyphosate 4 L), T₈ (glyphosate 4 L + atrazine 1 L) and T₉ (glyphosate 4 L + atrazine 2 L) had the greatest residual effect with 45 % regrowth and the treatment presenting the least economic cost (S/.1.25) was that of glyphosate and atrazine with 4 L/ac and 1L/ac, respectively.

Keywords: effect, undergrowth, treatment, herbicide, residual, cacao

IX. 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. ARAUJO, a.; MONTEIRO, R.; ABARKELI, R. 2003. Effect de glyphosate on the microbial activity of two Brazilian soils. Elsevier Science. Chemosphere, Oxford 52: 799 – 804.
3. CHARLES, D. 2006. Manual de Identificación y Manejo de Malezas. [En Línea]: Impreso por Imprenta Flores, ([www.issg.org/database/species /.../Control_Malezas_2006_LR.pdf](http://www.issg.org/database/species/.../Control_Malezas_2006_LR.pdf), 22 Jun. 2014).
4. CHESSA, A. 2002. Guía técnica en el manejo de malezas en sorgo, Argentina, 10 p.
5. DE LA CRUZ, R.; ROJAS, C.E.; LOBÓN, H. L. y BURGOS, C. 2001. El papel de las malezas en la reducción de la lixiviación de nutrimentos en cultivos de banano en el trópico húmedo. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. Pp. 62, 29 - 37.
6. DUKE, O.; BEERSON, R.; RIMANDO, M. 2003a. Herbicides: Glyphosate. In: Plimmer, Encyclofedia of Afrochemicals, John Wiley y Sons, New York (Accessed September 12, 2008). <http://www.mrw.interscience.wiley.com/boa/articles/agr119/frame.html>.
7. DUKE, S. y DAYAN, F. 2011. Biotecnología Integral. 2ª ed. Vol. IV. Elsevier Science. Ámsterdam, Países Bajos 3: Pp. 23-35.

8. ESPINOSA, G. 2008. Determinación de las principales malezas en potreros y su relación con las prácticas de manejo realizadas en las ganaderías bobinas de la provincia de Los Ríos. Tesis Ing. Agropecuario. Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 97 p.
9. FORJÁN, J. y MANSO, L. 2012. La Atrazina características y su utilización en barbecho químico para maíz en mezcla de tanque con Glifosato [En línea]. Consultado: 04 de mayo de 2014. Disponible en: [http://inta.gov.ar/dat_multi_download/file/La %2520Atrazina%2520y%2520Mezclas%2520con%2520Glifo.pdf](http://inta.gov.ar/dat_multi_download/file/La%2520Atrazina%2520y%2520Mezclas%2520con%2520Glifo.pdf).
10. GUTIÉRREZ, A. 2007. Efecto del control de malezas sobre la disponibilidad de agua en el suelo y en las variables de crecimiento en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, cuarenta y cuatro meses, en el sectores seco y costa. Facultades de Ciencias Forestales. Tesis Ing. Forestal. Santiago, Chile. 48 p.
11. HANEY, L., SENSEMAN, A. Y. ZUBERER, A. 1999. Efecto del Glifosato sobre la actividad microbiana del suelo. Editada. Sociedad Científica de América. Carolina del Norte, Estados Unidos. 215 p.
12. HOUOT, S., TOPP, E., ABDELLAH Y., SOULAS, G. 2000. Dependence of accelerated degradation of atrazine on soil pH in French and Canadian soils: Soil Biology and Biochemistry. Pp. 32, 615–625.
13. 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.

14. KACZEWER, J. 2002. Toxicología del Glifosato: Riesgos para la salud Humana. Tesis de doctoral en Toxicología. Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional de Buenos Aires. 200 p.
15. KOGAN, M. y PÉREZ, A. 2003. Fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción de los herbicidas. Editorial Universidad Católica de Chile, Chile. 192 p.
16. LABRADA, R. y PARKER, C. 2003. Weed Control in the context of Integrated Pest Management. Weed Management for Developing Countries. Edited R. Labrador, J. C. Caseley y C. Parker, Plant Production and Protection Paper No. 120, FAO, Rome. Pp. 3 - 8.
17. LIEBMAN, M.; MOLHER, C. y STAVELAND, C. 2001. La gestión ecológica de las malezas agrícolas. Universidad de Cambridge. Cambridge, Reino Unido. 544 p.
18. LÓPEZ G., 2007. Sistemas agroforestales SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Colegio de Post-graduados. Puebla, México. 8 p.
19. PAYSON, T. 2003. Características fisicoquímicas de los herbicidas como el Paraquat (en línea). Consultado: 04 de mayo de 2014. Disponible en: (<http://www.media.payson.tulane.edu/spanish.htm>).
20. PETERSON, D. E.; THOMPSON, C. R.; REGEHR, D. L. y AL-KHATIB, K. 2001. Herbicide mode of action. Kansas State University. C-715. 24 p.
21. RAINERO, H. 2007. Avances en el control de malezas con tolerancia al Glifosato. Maneado, Córdoba: INTA - EEA. Boletín Proyecto Agricultura Sustentable N° 1, 2 Ed. Pp. 4 - 8.

22. RAMÍRES, H. 2008. Efecto Comparativo de tres Métodos de Control de Malezas en el Cultivo de Cítricos en Tulumayo - Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 66 p.
23. RODRÍGUEZ, E. 2009. Combate y control de malezas. [En línea]: FAO (<http://www.plagas-agricolas.info.ve/doc/htcc/tineo.htcc>, 30 Mar. 2009).
24. 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: Pp. 193 - 218.
25. SALISBURY, F. 2000. Fisiología de las plantas. Tomo 3. Desarrollo de las Plantas y Fisiología Ambiental. Ed. Thomson-Paraninfo, 500 p.
26. SARANGO, C. 2009. Efecto de tres niveles de fertilización química en el cultivo de cacao *Theobroma cacao* L, variedad ramilla CCN 51, Parroquia San Jacinto del Búa - Cantón Santo Domingo. Tesis Ing. Agrónomo. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja. 183 p.
27. SANYAL, D.; P. BHOWMIK, R. ANDERSON y A. SHRESTHA. 2008. Revisando la perspectiva y el progreso de manejo integrado de malezas. México. 56 (1): 161-167.
28. SEMARNAT. 2001. Ordenamiento ecológico del territorio. Memoria Técnica. SEMARNAT. México, D.F. 24 p.
29. TASISTRO, A. 2000. Métodos para evaluar efectividad en el control de malezas. Revista Mexicana de la Ciencia de la Maleza. No. Especial. Pp. 25 - 35.

30. TEOLARA, P. 2011. Combate y Control de Malezas, [En línea]: Elsevier Sciene, (http://udoagricola.orgfree.com/V9N4UDOA/V9N4_Solt_831.htm, 04 May. 2011).
31. TASCÓN, 2008. Épocas de aplicación de herbicidas en arroz. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical.
32. VARGAS, F.; VIERA, M. y ANTEPARRA, M. 2012. Efecto comparativo de Paraquat, Glifosato y Paraquat + Diuron para el control de malezas en cítricos en Tulumayo, Leoncio Prado. Investigación y Amazonía. Tingo Maria, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Pp. 20-26.

X. ANEXO

Aplicación de los herbicidas

A. Cálculo de la dosis de herbicidas

Si se aplica a una dosis de 2 L/ha, mediante la regla de tres simple se calcula la dosis para cada unidad experimental (100 m²).

10000 m² ----- 2000 cc del producto

100 m² ----- X

$$X = 20 \text{ cc / parcela}$$

Por lo tanto es aplicó 20 cc del producto por cada tratamiento experimental de 100 m² (10 x 10). Pero como son 4 repeticiones, se utilizara 80 cc.

B. Cálculo del gasto de agua

Los gastos de agua varían de acuerdo a la modo de acción de los herbicidas, así los gastos de agua van desde 200 L (Sistémicos), por hectárea. Por ejemplo para los herbicidas sistémicos.

10000 m² ----- 200 L de agua

100 m² ----- X

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

El gasto de agua por cada unidad experimental de 100m² es de 2 L. Pero como son 4 unidades experimentales, es gasto de agua se cuadruplica a 8 L.

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

Bloque	Tratamientos										Total
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	80.00	80.00	80.00	75.00	90.00	90.00	85.00	90.00	90.00	0.00	760
II	70.00	80.00	80.00	75.00	90.00	95.00	90.00	90.00	90.00	0.00	760
III	75.00	80.00	80.00	75.00	90.00	90.00	95.00	85.00	90.00	0.00	760
IV	75.00	80.00	80.00	75.00	90.00	85.00	90.00	95.00	90.00	0.00	760
Total	300	320	320	300	360	360	360	360	360	0	3040
Prom.	75	80	80	75	90	90	90	90	90	0	760

Cuadro 16. Datos transformados al arc seno \sqrt{X} del porcentaje de control a los 15 días después de aplicar los tratamientos.

Bloque	Tratamientos										Total
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	63.43	63.43	63.43	60.00	71.57	71.57	67.21	71.57	71.57	0.00	603.78
II	56.79	63.43	63.43	60.00	71.57	77.08	71.57	71.57	71.57	0.00	607.00
III	60.00	63.43	63.43	60.00	71.57	71.57	77.08	67.21	71.57	0.00	605.86
IV	60.00	63.43	63.43	60.00	71.57	67.21	71.57	77.08	71.57	0.00	605.86
Total	240.22	253.74	253.74	240.00	286.26	287.42	287.42	287.42	286.26	0.00	2422.49
Prom.	60.06	63.43	63.43	60.00	71.57	71.86	71.86	71.86	71.57	0.00	605.62

Cuadro 17. Datos originales del porcentaje de control a los 30 días después de aplicar los tratamientos.

Bloque	Tratamientos										Total
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	80.00	90.00	90.00	95.00	90.00	90.00	90.00	100.00	100.00	0.00	825
II	80.00	90.00	95.00	90.00	90.00	90.00	95.00	100.00	100.00	0.00	830
III	80.00	90.00	90.00	85.00	90.00	90.00	90.00	100.00	100.00	0.00	815
IV	80.00	90.00	85.00	90.00	90.00	90.00	85.00	100.00	100.00	0.00	810
Total	320	360	360	360	360	360	360	400	400	0	3280
Prom.	80	90	90	90	90	90	90	100	100	0	820

Cuadro 18. Datos transformados al arc seno \sqrt{X} del porcentaje de control a los 30 días después de aplicar los tratamientos.

Bloque	Tratamientos										Total
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	63.43	71.57	71.57	77.08	71.57	71.57	71.57	90.00	90.00	0.00	678.34
II	63.43	71.57	77.08	71.57	71.57	71.57	77.08	90.00	90.00	0.00	683.85
III	63.43	71.57	71.57	67.21	71.57	71.57	71.57	90.00	90.00	0.00	668.47
IV	63.43	71.57	67.21	71.57	71.57	71.57	67.21	90.00	90.00	0.00	664.12
Total	253.7	286.2	287.4	287.4	286.2	286.2	287.4	360.0	360.0	0.00	2694.79
Prom.	63.43	71.57	71.86	71.86	71.57	71.57	71.86	90.00	90.00	0.00	673.70

Cuadro 19. Datos originales del porcentaje de control a los 45 días después de aplicar los tratamientos.

Bloque	Tratamientos										Total
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	80.00	95.00	100.00	90.00	100.00	90.00	90.00	100.00	100.00	0.00	845
II	80.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	95.00	100.00	100.00	0.00	825
III	80.00	90.00	86.00	90.00	86.00	90.00	85.00	100.00	100.00	0.00	807
IV	80.00	85.00	85.00	90.00	85.00	90.00	90.00	100.00	100.00	0.00	805
Total	320	360	361	360	361	360	360	400	400	0	3282
Prom.	80	90	90.25	90	90.25	90	90	100	100	0	820.5

Cuadro 20. Datos transformados al arc seno \sqrt{X} del porcentaje de control a los 45 días después de aplicar los tratamientos.

Bloque	Tratamientos										Total
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	63.43	77.08	90.00	71.57	90.00	71.57	71.57	90.00	90.00	0.00	715.21
II	63.43	71.57	71.57	71.57	71.57	71.57	77.08	90.00	90.00	0.00	678.34
III	63.43	71.57	68.03	71.57	68.03	71.57	67.21	90.00	90.00	0.00	661.40
IV	63.43	67.21	67.21	71.57	67.21	71.57	71.57	90.00	90.00	0.00	659.77
Total	253.74	287.42	296.81	286.26	296.81	286.26	287.42	360.00	360.00	0.00	2714.72
Prom.	63.43	71.86	74.20	71.57	74.20	71.57	71.86	90.00	90.00	0.00	678.68

Cuadro 21. Datos originales del porcentaje de control a los 60 días después de aplicar los tratamientos.

Bloque	Tratamientos										Total
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	50.00	12.00	9.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.00
II	50.00	11.00	15.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.00
III	50.00	9.00	7.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	76.00
IV	50.00	8.00	9.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.00
	200.00	40.00	40.00	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	320.00
Prom.	50.00	10.00	10.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	80.00

Cuadro 22. Datos transformados al arc seno \sqrt{X} del porcentaje de control a los 60 días después de aplicar los tratamientos.

Bloque	Tratamientos										Total
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	45.00	20.27	17.46	18.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	101.16
II	45.00	19.37	19.37	18.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	102.17
III	45.00	17.46	15.34	18.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.23
IV	45.00	16.43	17.46	18.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	97.32
Total	180.00	73.53	69.63	73.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	396.89
Prom.	45.00	18.38	17.41	18.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.22

Cuadro 23. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 90 días después de aplicar los tratamientos.

Bloque	Tratamientos										Total
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	80.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	30.00	0.00	0.00	0.00	235.00
II	70.00	30.00	25.00	25.00	25.00	25.00	20.00	0.00	0.00	0.00	220.00
III	75.00	20.00	20.00	25.00	20.00	25.00	30.00	0.00	0.00	0.00	215.00
IV	75.00	25.00	30.00	25.00	30.00	25.00	20.00	0.00	0.00	0.00	230.00
Total	300.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	900.00
Prom.	75.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	225.00

Cuadro 24. Datos transformados al arc seno \sqrt{X} del porcentaje de rebrote de malezas a los 90 días después de aplicar los tratamientos.

Bloque	Tratamientos										Total
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	63.43	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	33.21	0.00	0.00	0.00	246.65
II	56.79	33.21	33.21	30.00	30.00	30.00	26.57	0.00	0.00	0.00	239.78
III	60.00	26.57	26.57	30.00	26.57	30.00	33.21	0.00	0.00	0.00	232.91
IV	60.00	30.00	33.21	30.00	33.21	30.00	26.57	0.00	0.00	0.00	242.99
Total	240.22	119.78	122.99	120.00	119.78	120.00	119.55	0.00	0.00	0.00	962.31
Prom.	60.06	29.94	30.75	30.00	29.94	30.00	29.89	0.00	0.00	0.00	240.58

Cuadro 25. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 120 días después de aplicar los tratamientos.

Bloque	Tratamientos										Total
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	100.00	100.00	55.00	60.00	55.00	50.00	50.00	55.00	60.00	0.00	585.00
II	100.00	100.00	55.00	52.00	52.00	50.00	50.00	60.00	50.00	0.00	569.00
III	100.00	100.00	60.00	52.00	55.00	50.00	50.00	45.00	40.00	0.00	552.00
IV	100.00	100.00	50.00	55.00	46.00	50.00	50.00	40.00	50.00	0.00	541.00
Total	400.00	400.00	220.00	219.00	208.00	200.00	200.00	200.00	200.00	0.00	2247.00
Prom.	100.00	100.00	55.00	54.75	52.00	50.00	50.00	50.00	50.00	0.00	561.75

Cuadro 26. Datos transformados al arc seno \sqrt{X} del porcentaje de rebrote de malezas a los 120 días después de aplicar los tratamientos.

Bloque	Tratamientos										Total
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	90.00	90.00	47.87	50.77	47.87	45.00	45.00	47.87	50.77	0.00	515.15
II	90.00	90.00	90.00	46.15	46.15	45.00	45.00	50.77	45.00	0.00	548.06
III	90.00	90.00	50.77	46.15	47.87	45.00	45.00	42.13	39.23	0.00	496.15
IV	90.00	90.00	45.00	47.87	42.71	45.00	45.00	39.23	45.00	0.00	489.81
Total	360.00	360.00	233.64	190.93	184.59	180.00	180.00	180.00	180.00	0.00	2049.16
Prom.	90.00	90.00	58.41	47.73	46.15	45.00	45.00	45.00	45.00	0.00	512.29

Cuadro 27. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 150 días después de aplicar los tratamientos.

Bloque	Tratamientos										Total
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	100.00	100.00	80.00	80.00	75.00	50.00	50.00	55.00	60.00	0.00	650.00
II	100.00	100.00	75.00	80.00	85.00	50.00	50.00	60.00	50.00	0.00	650.00
III	100.00	100.00	80.00	80.00	79.00	50.00	50.00	45.00	40.00	0.00	624.00
IV	100.00	100.00	85.00	80.00	75.00	50.00	50.00	40.00	50.00	0.00	630.00
Total	400.00	400.00	320.00	320.00	314.00	200.00	200.00	200.00	200.00	0.00	2554.00
Prom.	100.00	100.00	80.00	80.00	78.5	50.00	50.00	50.00	50.00	0.00	638.50

Cuadro 28. Datos transformados al arc seno \sqrt{X} del porcentaje de rebrote de malezas a los 150 días después de aplicar los tratamientos.

Bloque	Tratamientos										Total
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	90.00	90.00	63.43	63.43	60.00	60.00	60.00	47.87	50.77	0.00	585.51
II	90.00	90.00	90.00	63.43	67.21	67.21	67.21	50.77	45.00	0.00	630.84
III	90.00	90.00	63.43	63.43	62.73	62.73	62.73	42.13	39.23	0.00	576.41
IV	90.00	90.00	67.21	63.43	60.00	60.00	60.00	39.23	45.00	0.00	574.88
Total	360.00	360.00	284.08	253.74	249.94	249.94	249.94	180.00	180.00	0.00	2367.64
Prom.	90.00	90.00	71.02	63.43	62.48	62.48	62.48	45.00	45.00	0.00	591.91

Cuadro 29. Resumen de gasto de agua y dosis de los herbicidas.

AvCn ce	Precio del producto por tratamiento(S/.)	Mano de obra (jornal)	Precio de mano de obra(S/.)	Costo total (S/.)	Potencial de control (%)	Poder residua l	Costo de tratamientos S/ Por día de control.
T ₁	27(2)	2	25	94.00	63.43	130	0.72
T ₂	22(2) +50(1)	2	25	144.00	71.86	130	1.11
T ₃	22(2) +50(2)	2	25	194.00	74.00	150	1.29
T ₄	22(3)	2	25	116.00	71.86	150	0.77
T ₅	22(3) +50(1)	2	25	166.00	74.00	150	1.11
T ₆	22(3) +50(2)	2	25	216.00	71.37	150	1.44
T ₇	22(4)	2	25	138.00	71.86	150	0.92
T ₈	22(4) +50(1)	2	25	188.00	90.00	150	1.25
T ₉	22(4) +50(2)	2	25	238.00	90.00	150	1.59
T ₁₀	0	0	0	0.00	0.00	150	0.00

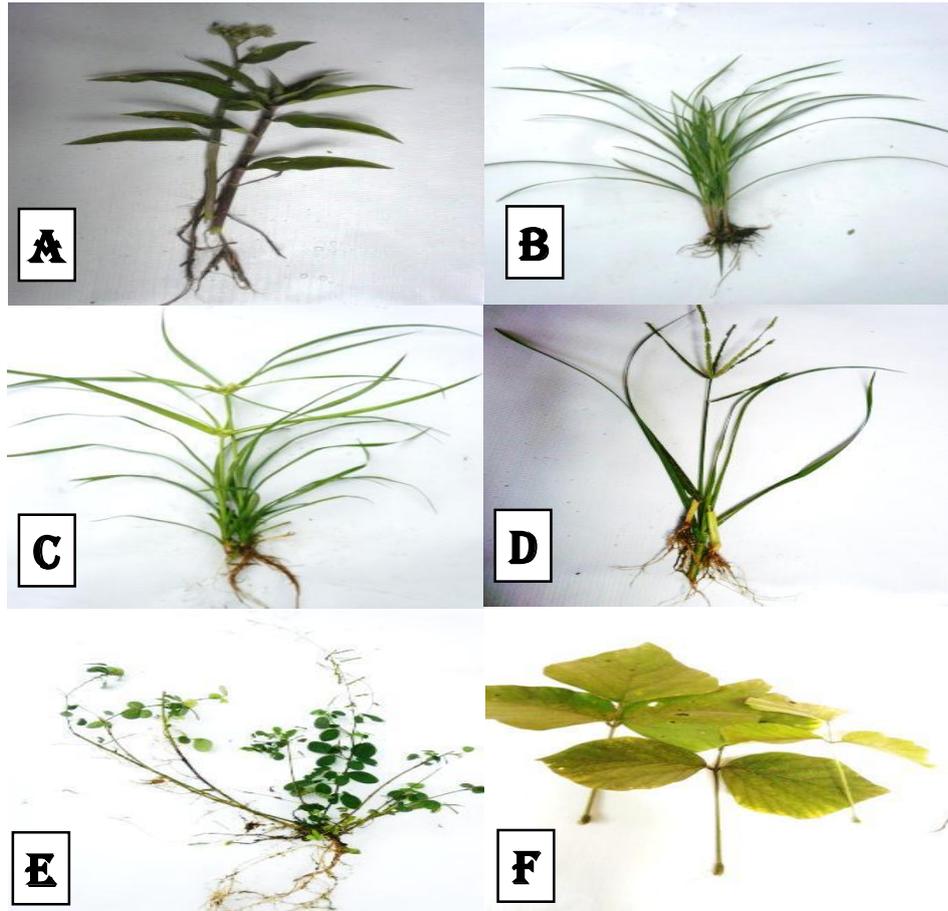


Figura 6. Identificación de algunas malezas en el área de estudio: A (*Commelina erecta* L. Comelina), B (*Cyperus alternifolius*. Cortadera), C (*Cyperus rotundus*. Coquito), D (*Digitaria sanguinalis* L. Pata de gallina), E (*Desmodium tortuosum*. Pega pega), F (*Pueraria phaseoloides*. Kudzu).



Figura 7. Vista del campo experimental antes del uniformizado (macheteo).



Figura 8. Método del metro cuadrado para determinar e identificar el porcentaje de invasión de malezas.



Figura 9. Aplicación de los tratamientos a 20 días después del uniformizado.



Figura 10. Campo experimental a los 21 días después de la aplicación de los tratamientos.