

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Departamento Académico de Ciencias Agrarias**



**“COMPARACIÓN DE TRES MÉTODOS DE CONTROL DE  
MALEZAS (Manual, Mecánico y Químico) EN EL CULTIVO DE  
CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN TULUMAYO”**

**TESIS**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**LUCIANO REQUEJO GONZÁLES**

**Tingo María – Perú**

**2014**

## **DEDICATORIA**

### **A Dios:**

Divino creador de todo lo que existe  
quien me dio la vida y me dotó de  
inteligencia para poder conseguir  
uno de mis mayores anhelos.

### **A mis padres:**

Seres a quien debo la vida, por su  
cariño y aprecio.

### **A mis queridos hermanos:**

A todos mis hermanos y en especial  
a Dilmer y Auner, que me apoyaron  
económicamente y emocionalmente.

### **A mi familia:**

A toda mi familia, que me dieron su  
apoyo emocional y económico, en  
especial a tío Santiago y mí primo  
Ronald Gonzáles.

### **A los docentes:**

Por la enseñanza que nos brindan y  
el ejemplo que representan para  
una sólida formación como persona  
y profesionales.

## **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 de jurado de tesis: Ing. M. Sc. Fausto Silva Cárdenas, Blgo. M. Sc. José Luis Gil Bacillo y Ing. Carlos Miguel Miranda Armas.
- Al Ing. Manuel Viera Huiman, asesor de la presente tesis, por su apoyo en el proyecto, ejecución y culminación.
- A mis compañeros de la promoción 2008, en especial a Valentín Trujillo Darwin, Alvares Barzola Jonatán, Lino Ferrer Linda Liz, Quispe Villagaray Luis y a todas aquellas personas que de una u otra forma hayan contribuido en la culminación del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	11
2.1. De las malezas.....	11
2.2. De los herbicidas.....	19
2.3. Características de los herbicidas empleados .....	35
2.4. Del cacao .....	41
2.5. Trabajos realizados en herbicidas.....	43
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	46
3.1. Campo experimental .....	46
3.2. Componentes en estudio.....	50
3.3. Tratamientos en estudio .....	50
3.4. Cálculo de los herbicidas y gasto de agua .....	50
3.5. Diseño experimental.....	52
3.6. Características del campo experimental .....	53
3.7. Ejecución del experimento .....	54
3.8. Observaciones a registrar .....	56
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	59
4.1. Del efecto potencial de control .....	59

4.2. Del poder residual de los tratamientos.....	68
4.3. Del análisis económico.....	74
V. CONCLUSIONES.....	78
VI. RECOMENDACIONES.....	79
VII. RESUMEN.....	80
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	82
IX. ANEXO.....	87

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
1. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento correspondiente, Julio – Noviembre de 2013.....	47
2. Análisis físico – químico del campo experimental.....	48
3. Análisis de la muestra de agua.....	49
4. Porcentaje de malezas identificadas en el campo experimental. ....	49
5. Descripción de los tratamientos en estudio. ....	50
6. Esquema del análisis de variancia.....	53
7. Resumen del análisis de varianza del porcentaje de control de malezas en el cultivo de cacao a los 7, 15, 30 ,45 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas. ....	60
8. Resumen de la prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) del porcentaje de control de malezas en el cultivo de cacao a los 7, 15, 30,45 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas.....	62
9. Resumen del análisis de varianza del efecto residual de malezas en el cultivo de cacao a los 75, 90,105 y 120 días después de la aplicación de los herbicidas.....	69
10. Resumen de la prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) del poder residual de las malezas en el cultivo de cacao a los 75, 90, 105 y 120 días después de la aplicación de los herbicidas. ....	70
11. Parámetros para determinar el análisis económico de los tratamientos en estudio. ....	76

12. Porcentaje del control de malezas a los 7 días después de la aplicación de los herbicidas.....	90
13. Porcentaje del control de malezas a los 15 días después de la aplicación de los herbicidas.....	90
14. Porcentaje del control de malezas a los 30 días después de la aplicación de los herbicidas.....	90
15. Porcentaje del control de malezas a los 45 días después de la aplicación de los herbicidas.....	91
16. Porcentaje del control de malezas a los 60 días después de la aplicación de los herbicidas.....	91
17. Porcentaje del control de malezas a los 75 días después de la aplicación de los herbicidas.....	91
18. Porcentaje del control de malezas a los 90 días después de la aplicación de los herbicidas.....	92
19. Porcentaje del control de malezas a los 105 días después de la aplicación de los herbicidas.....	92
20. Porcentaje del control de malezas a los 120 días después de la aplicación de los herbicidas.....	92

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Porcentaje de control de las malezas en el cultivo de cacao, hasta los 60 días después de la aplicación de los herbicidas. ....	63
2. Efecto del poder residual de los herbicidas en malezas en el cultivo de cacao. ....	71
3. Croquis del campo experimental. ....	88
4. Detalle de la parcela experimental.....	89
5. Relación del complejo de malezas: <i>Digitaria sanguinalis</i> L. (Pata de gallina) (A), <i>Cyperus alternifolius</i> (Cortadera) (B), <i>Ipomoea purpurea</i> L. (Campanilla) (C), <i>Commelina erecta</i> L. ( <i>Commelina</i> ) (D), <i>Phyllanthus niruri</i> (Chanca piedra) (E), <i>Bidens pilosa</i> L. (Cadillo) (F), <i>Paspalum vaginatum</i> (grama de agua) (G), <i>Megathyrsus maximun</i> (Pasto guinea) (H), <i>Verbena officinalis</i> (Verbena) (I), <i>Desmodium tortuosum</i> (Pega pega) (J), <i>Cyperus rotundus</i> (Coquito) (K), <i>Pueraria phaseoloides</i> (Kudzú) (L). ....	93
6. Campo experimental antes de la aplicación de los herbicidas. ....	94
7. Campo experimental a los 60 días después de la aplicación de los herbicidas. ....	94
8. Campo experimental a los 120 días después de la aplicación de los herbicidas. ....	95
9. Mapa de ubicación del experimento .....	96

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que limita los rendimientos del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) son las malezas, disminuyendo la producción entre un 5 y 30 % MEDRANO (1996), por causar daños de varias maneras, compitiendo con el cultivo por factores del medio, tales como: luz, agua, nutrientes y espacio.

El cacao, tiene importancia porque la mayoría de familias dependen de este cultivo, en estos últimos años es considerado como producto importante del Perú, este cultivo tiene bajos índices de producción y productividad, en Tingo María se cosecha aproximadamente 300 - 400 kg/ha, 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 (BENITO, 1992).

Estas malezas compiten con los cultivos por agua, luz, nutrientes y espacio, así como por el bióxido de carbono. Las acciones de interferencia se refieren a la alelopatía, es decir, efectos de las malezas a través de la liberación de compuestos químicos GARCÍA y FERNÁNDEZ (1991), las malezas poseen un amplio sistema radicular, y condiciones favorables para el rebrote, por lo cual, se cultiva con machete de 3 a 4 veces por año, incrementando los costos de producción al demandar grandes horas de trabajo.

En estos casos el proyecto consiste en limitar y reducir infestaciones de malas hierbas, hasta un nivel que permita la producción de cosechas que rindan económicamente a pesar de la presencia de malezas; En el presente

trabajo de investigación se buscará el mejor método de control de malezas, por lo que se planteó la siguiente hipótesis: al menos uno de los métodos a probar debe obtener el mejor control de malezas en el cultivo de cacao, para probar dicha hipótesis se planteó los siguientes objetivos:

1. Analizar el efecto fitotóxico de los herbicidas en el control de malezas en el cultivo de cacao.
2. Evaluar el poder residual de los herbicidas (contacto, sistémico y doble acción), en el control de malezas del cultivo de cacao.
3. Determinar el costo económico para los tres métodos de control de malezas (manual, mecánico y químico), en el cultivo de cacao.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. De las malezas**

#### **2.1.1. Concepto**

GARCÍA y FERNÁNDEZ (1991), afirman que las malezas son plantas no deseables y por lo tanto, deben ser destruidas, “sacadas fuera del lugar”, por que crecen donde no son deseadas y reducen el crecimiento de otras plantas más útiles, a la vez interfieren con los objetivos y las necesidades del hombre, además es un monte o planta indeseable a cualquier especie vegetal que crece de forma silvestre en una zona cultivada o controlada por el ser humano como cultivos agrícolas o jardines.

TEOLARA (2011), hace mención que la palabra maleza deriva del latín "malitia" que se traduce como "maldad", el primer diccionario general etimológico de la Lengua Española la define así: "Maleza, femenino anticuado de maldad, la abundancia de hierbas malas que perjudican a los sembrados", es decir que por regla general las malas hierbas suelen crecer de forma natural, y además de considerable vigor por tratarse en la mayoría de las ocasiones de especies endémicas muy adaptadas al medio y por tanto con gran facilidad para reproducirse y extenderse.

#### **2.1.2. Clasificación de las malezas**

VILLARIAS (1992), sostiene que las malezas se pueden clasificar en gran diversidad de formas, las cuales dependen del interés particular de las personas en un momento dado.

## **A. Clasificación por familias**

**a. Gramíneas:** De tallos huecos o macizos redondos, con nudos y entrenudos, hojas alternas en forma de lámina, con una sola nervadura central, flores sin brácteas, sin cáliz, corola y fruto un aquenio. Ejemplo: liendrepuerco, caminadora, rabo de zorro, paja de mono.

**b. Cyperáceas:** Plantas herbáceas con hojas basales dispuestas en tres direcciones, inflorescencia con brácteas de tallos triangulares, huecos sin nudos y entrenudos. Ejemplo: barba de indio, ajillo.

**c. Conmelináceas:** Plantas de tallos estoloníferos, cortos y rastrero. Ejemplo: piñita, suelda con suelda.

**d. Hojas anchas:** De tallos lechosos con ramas, hojas anchas y compuestas. Ejemplo:, Chilinchil, verdolaga y palo de agua.

## **B. Clasificación por su hábito de crecimiento**

**a. Erectas:** Son plantas o tallos ortotrópicos o de crecimiento erecto. Ejemplo: el “mastranto” (*Hyptis suaveolens* L.).

**b. Rastreras:** Los tallos crecen tendidos sobre la superficie del suelo; las raíces crecen en los nudos, como los tallos estoloníferos de la “paja bermuda”, “pelo de indio” o “paja guzmán” (*Cynodon dactylon* L. Pers.).

**c. Trepadora o voluble:** Se agrupan aquí las plantas con crecimiento oblicuo, capaces de trepar sobre las plantas de maíz, como: “batatilla” (*Ipomoea tiliacea*), “bejuquillo” (*Rhynchosia mínima* L.), “picapica” (*Mucuna prurins* L.).

### **C. Clasificación por su ciclo de vida**

VILLARIAS (1992), menciona que bajo este sistema se agrupan las plantas según su longevidad; muchos autores los agrupan en anuales, bianuales y perennes, en Venezuela las plantas se podrían clasificar en anuales, perennes y semi perennes o perennes obligadas.

#### **2.1.3. Propagación de las malezas**

VILLARIAS (1992), menciona que las malezas se propagan en forma sexual o asexual, según las condiciones en las que se encuentran, muchas veces la propagación asexual es facilitada por las actividades agronómicas conducidas ineficientemente, que en vez de combatirlos, se crea un ambiente adecuado al esparcirse los rizomas y estolones.

#### **2.1.4. Morfología y fisiología de las malezas**

GARCÍA y FERNÁNDEZ (1991), afirman que muchas especies de malezas tienen mecanismos morfológicos y fisiológicos de mayor competitividad, unos a través de la zona radicular y en otros mediante la altura y superficie foliar, otros poseen una mayor eficiencia fotosintética, alto metabolismo de tipo C4 en lugar de C3, esta característica permite crecer más rápidamente en condiciones de temperaturas elevadas y buena iluminación. Algunas especies son capaces de producir toxinas que reducen o inhiben el crecimiento de otras plantas, esto se conoce como alelopatía.

#### **2.1.5. Daños que causan las malezas**

GARCÍA y FERNÁNDEZ (1991), mencionan que los elementos por los cuales las malezas compiten con los cultivos son: agua, luz, nutrientes y

espacio, así como por el bióxido de carbono, las acciones de interferencia se refieren a la alelopatía, es decir, efectos de las malezas a través de la liberación de compuestos químicos.

CERNA (1994), afirma que en cuanto a la competencia, se estima que disminuye la producción de los cultivos de 40 a 60 % y que indirectamente albergan nematodos, patógenos e insectos que luego serán plagas, reducen los rendimientos de los cultivos y afectan la calidad del producto, pueden intoxicar al ganado, obstruyen canales de riego, son hospederos de insectos dañinos, nematodos y patógenos, dificultan y demoran las operaciones agrícolas, causando problemas a la salud del hombre.

#### **2.1.6. Malezas agresivas en el cultivo de cacao**

MEDRANO (1996), afirma que las familias más comunes asociadas al cultivo de cacao son las siguientes:

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre vulgar</b>
<i>Canchrus ciliaris</i> L.	“Pasto de bufel o cadillo bobo”
<i>Digitaria sanguinalis</i> L. Scop.	“Pata de gallina”
<i>Desmodium tortuosum</i>	“pega – pega”
<i>Euphoria hypericifolia</i> L.	“Lecherito”
<i>Chromolaena maximiliani</i>	“Mata pasto”.

#### **2.1.7. Descripción de las malezas más importantes**

##### ***Pseudolephantopus 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

***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
Observaciones	: presentan tallos muy vellosos y generalizados y lígula pequeña dentada

**Commelina**

Reino	: Plantae
Subreino	: Tracheobionta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Subclase	: Commelinidae
Orden	: Commelinales
Familia	: Commelinales
Sub familia	: Commelinoideae

Tribu	: Commelineae
Género	: Commelina
Especie	: C. erecta L.
Nombre común	: Flor de Santa Lucía
Nombre científico	: <i>Commelina erecta</i> L.

### **2.1.8. Métodos de control de malezas**

ALSTROM (1990), existen varios métodos para el control de las malezas y reducir la 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, uso de variedades competitivas, distancia de siembra, cultivos intercalados, cobertura.
- Control químico a través del uso de herbicidas.
- Control biológico a través del uso de enemigos naturales.

Otros métodos no convencionales, como 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 efectivos en técnica y económicamente a los pequeños agricultores. Es realmente cierto que el éxito en la agricultura de los países desarrollados en las últimas décadas se debe en gran medida al uso del herbicida.

### **a. Control manual**

Esta modalidad se refiere a procedimientos y técnicas que mediante el manejo del cultivo o del medio ambiente se trata de evitar la introducción, dispersión de las malezas y la disminución o anulación de la competencia con los cultivos. Para lograr eficiencia y economía, el control cultural se aplica en forma integrada con otros métodos, y pocas veces un solo método resulta apropiado para combatir las malezas. A continuación se señala modalidades de control cultural que en forma racional se pueden implementar:

- Uso de semillas certificadas,
- Manejo óptimo del suelo.
- Inundación y adecuado manejo del agua.
- Rotación de cultivos.
- Uso de variedades o cultivos adaptados
- Épocas de siembra adecuadas.
- Manejo de fertilizantes y estimulantes
- Siembra de cultivos mixtos o policultivos
- Manejo del pastoreo.
- Sembríos intercalados

### **b. Control mecánico**

MEDRANO (1996), menciona que el control mecánico presenta ventajas, una de las principales es la poca cantidad de mano de obra empleada, en el deshierbo por unidad de tiempo, que resulta muy bajo, en casos de labores manuales requiere mucha mano de obra, y la desventaja viene hacer el costo de maquinaria con precios elevados.

**c. Control químico**

GUADALUPE (1993), este procedimiento tiene algunas ventajas relativas, de abaratar los costos por la reducción y el uso de la mano de obra, es rápido al hacer aplicaciones en áreas extensivas, ejerce un buen control de las malezas y es una alternativa eficaz para gran amplitud de malezas, se basa en el uso de herbicidas que son productos químicos, encargados de controlar o impedir el desarrollo de las malezas.

**d. Control biológico**

MEDRANO (1996), el control biológico de malezas sigue la misma secuencia que el los artrópodos plaga que involucra la selección, importación y establecimiento de herbívoros especialistas o fitopatógenos en un ambiente nuevo. Los sitios son usualmente inoculados con unos pocos individuos y el control depende de la capacidad del agente para incrementar y alcanzar niveles críticos de población. El control exitoso puede producir cambios dramáticos en la vegetación, causando que lugares con maleza monotípica sean reemplazados por lugares con vegetación nativa más diversa. El control biológico de malezas se basa en efectos letales y el estrés acumulado del impacto no letales, los insectos que se alimentan de plantas y los Fitopatógenos alteran reproducción de la planta, habilidad competitiva, tasa de desarrollo, reclutamiento de plántulas y otros aspectos de la biología de las malezas.

**e. Control integral**

GUADALUPE (1993), son los diferentes métodos de control que se realizan para un manejo adecuado de malezas en diversos cultivos, y se

pueden controlar con: insectos, ácaros, nematodos, peces, hongos y patógenos.

## **2.2. De los herbicidas**

### **2.2.1. Definición de los herbicidas**

GARCÍA y FERNÁNDEZ (1991), afirman que etimológicamente la palabra herbicida se compone de dos vocablos: her (hierba vegetal) y cida (matar, muerte), en sentido amplio, un herbicida es todo compuesto químico que inhibe total o parcial el crecimiento de las plantas, interfiriendo de algún modo el funcionamiento de las plantas y produciendo en muchos casos la muerte.

GOMBES (1993), menciona que un herbicida se puede definir como un producto químico-fitotóxico, utilizado para destruir plantas indeseables (malezas), inhibir o alterar su crecimiento e interferir y malograr la germinación de semillas, la definición original de herbicida hacía mención a productos químicos, pero con la utilización de los micoherbicidas para el control de malezas, los herbicidas han sido definidos por las sustancias químicas y biológicas creadas para matar o retardar significativamente el crecimiento de las plantas. El factor más importante en el auge de los herbicidas es por la capacidad de muchos de ellos, llamados selectivos, de afectar o matar las plantas indeseables, sin dañar las cultivadas.

### **2.2.2. Modo de acción de los herbicidas**

UNIVERSIDAD DEL ESTADO DE KANSAS (2012), afirma que, un herbicida en el término más amplio que se refiere a la suma total de todas

las respuestas anatómicas, fisiológicas y bioquímicas que ocurre en la planta, como respuesta al herbicida. Esto incluye absorción, penetración, translocación y finalmente la acción final, en el punto de acción del herbicida, que causa la muerte de la planta.

CERNA (1994), afirma para que un herbicida realice su acción fitotóxica, es necesario que haya contacto y penetración en la planta, movilización al sitio donde ejercerá su efecto y acción tóxica, que altere los procesos vitales. La muerte de la planta se puede ocasionar con solo destruir un grupo de células, de las cuales depende la vida del individuo, este grupo de células es denominado "sitio de acción" por ser allí donde el herbicida funciona. Los herbicidas que actúan movilizándose dentro de la planta se denominan sistémicos y deben traslocarse desde la superficie de aplicación hacia los meristemos apicales o yemas a niveles tóxicos.

GOMBES (1993), afirma que cuando un herbicida entra en contacto con la maleza, su acción provoca una serie de interacciones y reacciones que siguen diversos procesos: Absorción o penetración del herbicida a través de determinados sitios u órganos de la planta como son: hoja, raíz, y tallo; La translocación es el movimiento, desplazamiento o traslado del herbicida dentro de la planta, desde el lugar de absorción hasta los sitios donde ejerce su acción, está ligado al grado de movilidad de los herbicidas los cuales se translocan dentro de la planta a través de sistemas como son: simplástico (biseptalo), apoplástico (acropétalo), aposimplástico y por espacios intercelulares.

### **2.2.3. Relación herbicida - Ambiente**

GARCÍA y FERNÁNDEZ (1991), mencionan que el suelo es uno de los factores de mayor importantes en el desarrollo de las especies y de la actividad del herbicida, según el estado que se encuentra afecta en gran medida a la presencia y abundancia de malas hierbas; En suelos bien desmenuzados y con abundante humedad, la nacencia de malas hierbas es mucho más abundante y rápida que en suelos secos y aterronados, por otro lado, es importante conocer la textura del suelo, su contenido en materia orgánica y grado de humedad para determinar la aplicabilidad y dosis de ciertos herbicidas residuales.

GOMBES (1993), sostiene que al aplicar cualquier herbicida se establece desde ese momento, una interacción entre el herbicida y el medio hasta que termina su efecto y desaparece, esta interacción se lleva a cabo en el nivel de la atmósfera del suelo superficial, en el agua y dentro de la planta; las interacciones que se suscitan no son simples, el medio influye en la actividad y selectividad del herbicida alterándolo, por lo tanto, repercutirá el efecto sobre la planta, la cual, a su vez, facilitará el paso de cierto material de acuerdo con su constitución morfológica y actividad bioquímica, entre otros factores. Además afirma que en condiciones similares en el uso, dosis, clima, suelo y demás elementos, un herbicida actuará, prácticamente en la misma forma repetidamente; pero si cambian las condiciones del medio, el comportamiento del herbicida se llega a alterar, de tal forma que los resultados no son comparables con medios distintos: Ambiente, humedad, grado de insolación, tipo de suelo, cultivo asociado con la maleza, viento, características

fisicoquímicas del herbicida, y temperatura, son factores a tener en cuenta para obtener resultados satisfactorios al emplear estos plaguicidas.

CERNA (1994), afirma que existe significativa influencia de los factores ambientales por cuanto acondicionan la eficacia de los herbicidas, algunos factores no son controlables por el hombre, pero se deben tener en cuenta para buscar el momento apropiado para realizar las aplicaciones, la humedad (del suelo, el rocío y la lluvia), el viento y la temperatura son los factores ambientales que afectan la eficacia de los herbicidas.

#### **2.2.4. Selectividad de los herbicidas**

GARCÍA y FERNÁNDEZ (1991), afirman que los herbicidas son selectivos, cuando inhiben el crecimiento y/o matan a las malezas tratadas, mientras que las plantas de los cultivos no son afectadas, los herbicidas son no selectivos, cuando inhiben el crecimiento y/o matan toda vegetación; los herbicidas selectivos como los no selectivos, pueden ser de contacto, cuando matan solamente partes aéreas de las plantas con las que entran en contacto, estos no entran al sistema vascular conformado por el floema y xilema. Los herbicidas sistémicos son los que se movilizan del sitio de aplicación a otras partes de la planta y afectan algún proceso interno, que luego puede resultar la muerte de la planta, cuando las aplicaciones son dirigidas al follaje, el herbicida se transloca a través del floema y cuando las aplicaciones son dirigidas al suelo, el herbicida absorbido se moviliza por medio del xilema. Diferentes aspectos de las plantas, como la edad, estado de desarrollo, anatomía, morfología, fisiología, mecanismos bioquímicos, biofísicos y diversos factores hereditarios afectan la selectividad de determinados herbicidas.

### **2.2.5. Clasificación de los herbicidas**

PYTTY y CUÑAZ (1995), lo clasifican de la siguiente manera:

#### **A. Herbicidas según su forma de aplicación**

**a. Herbicidas de contacto:** Estos herbicidas actúan sobre las partes aéreas de las plantas al ser asperjadas sobre el follaje, penetran rápidamente sobre los tejidos de los vegetales y causan la desnutrición. La aplicación del producto debe efectuarse cuando las malezas están pequeñas, de lo contrario habrá que cortarlas y luego esperar los rebrotes.

**b. Herbicidas sistémicos o de translocación:** Se aplica directamente al follaje de las malezas, de allí son absorbidos por la planta y llevados por los vasos conductores de la savia hasta la raíz y demás partes sensibles de la planta, produciendo una desorganización en el normal desarrollo de la planta y luego la muerte tanto del follaje como de la parte radicular. Afecta mecanismos como la respiración, fotosíntesis, oxidación beta, interrumpen la división mitótica, etc.

**c. Herbicidas de acción por la raíz:** Se aplican directamente al suelo, con el fin de ser absorbidos por la raíz y luego pasar a las partes superiores de la planta, son aplicados cuando las malezas están en tierna edad, sobre las superficies libres de malezas. Los productos deben ser utilizados con cuidado, si se aplica en dosis altas, pueden actuar como esterilizantes del suelo.

#### **B. Herbicidas según su época de aplicación**

PYTTY y CUÑAZ (1995), lo clasifican de la siguiente manera.

**a. Herbicidas pre – emergentes**

- Se aplican al suelo una sola vez
- Requieren humedad
- Muy baja solubilidad en agua
- La dosis depende de la textura del suelo
- Se distribuyen en los primeros 10 cm de profundidad del suelo
- Son sistémicos (se movilizan por el xilema)
- Tienen efecto residual

**b. Herbicidas post – emergentes**

- Se aplican al follaje una sola vez
- Sistémicos o de contacto
- Selectivos y no selectivos
- Muy solubles en agua
- No tienen efecto residual cuando caen en el suelo

**C. Herbicidas según su modo de acción**

PYTTY y CUÑAZ (1995), los herbicidas se clasifican en:

**a. Herbicidas que afectan a la síntesis de lípidos**

- **Inhibidores de la acetil coenzima A carboxilasa**

**(ACCase):** Estos herbicidas afectan la síntesis de lípidos a través de la inhibición de la enzima carboxilasa, de la acetil coenzima A, localizados en el protoplasma, tejidos jóvenes en expansión y los meristemos resultan ser los

más sensibles. afecta esencialmente el sistema interno de las membranas, las enzimas oxidativas e hidrolíticas del comportamiento lisosomal, actúan sobre los constituyentes.

**b. Herbicidas que destruyen las membranas celulares y afectan la formación de la pared celular**

**- Inhibidores de la fotosíntesis en el fotosistema I:**

Inhiben el proceso fotosintético afectando la reacción de Hill, del flujo de electrones en el fotosistema I ó II.

**- Inhibidores de la oxidasa del fotoporfirinógeno**

**(PPO):** Herbicidas que dañan las membranas celulares afectando su organización, permeabilidad y el transporte de iones debido a que inhiben la protoporfirinógeno-9-oxidasa que participa en la captura de luz provocando esa distrupción de la membrana celular. La inhibición de esa enzima provoca un aumento de la protoporfirina que es realmente la que causa la muerte a las plantas.

**- Inhibidores de la síntesis de la pared celular**

**(celulosa):** Herbicidas que afectan la formación de ATP y la respiración, interfieren en la respiración pueden ser clasificados como agentes desacopladores e inhibidores de la transferencia de energía de electrones. Los agentes desacopladores permiten el transporte de electrones pero paralizan la síntesis de ATP que debe existir en la membrana, para poder transportar protones.

**- Rompimiento de la membrana celular:** Actúa a nivel

celular impidiendo la formación de ATP en la respiración mitocondrial, por lo

tanto, son agentes desacopladores e inhibidores de la transferencia de energía de electrones; además, inhiben muchos procesos filológicos tales como la síntesis de ARN y proteínas, síntesis de lípidos y fotosíntesis.

### **c. Herbicidas que inhiben el crecimiento de las plantas**

- **Inhibidores de la polimerización de la tubulina del ensamblaje de microtubulos:** Son inhibidores generales del crecimiento, en especial de la elongación de las raíces, al bloquearse la producción adecuada de tubulina, lo cual inhibe el ensamblaje adecuado de los microtúbulos, y el crecimiento cesa por no darse una adecuada división celular, es decir se interrumpe la mitosis, se ven afectadas otros procesos fisiológicos como: formación de ceras de la cutícula y síntesis de lípidos.

- **Inhibidores de la síntesis de:** Herbicidas que interfieren con el brote, la germinación y el crecimiento de raíces, coleóptilo por interrumpir la actividad de numerosas enzimas al alterar sus grupos sulfhídricos o aminos, además interfieren en el metabolismo de los carbohidratos y lípidos.

- **Inhibidores de la división celular:** Son inhibidores generales del crecimiento al afectar el metabolismo de los lípidos, la síntesis de proteínas y la formación de células de la cutícula, en gramíneas se absorben por el coleóptilo.

- **inhibidores de la mitosis:** Inhiben la división celular al interrumpirse la polimerización de la célula en el proceso mitótico provocando una desorganización de los microtubulos.

#### **d. Herbicidas que inhiben la fotosíntesis**

##### **- Inhibidores de la fotosíntesis en el fotosistema II**

**(FSII):** Inhiben el proceso fotosintético interfiriendo en la reacción de Hill, en el transporte de electrones en el fotosistema I ó II. en general, se da un cambio en la secuencia de aminoácidos cerina por glicina lo que conlleva a la destrucción por fotooxidación de los carotenoides y de la clorofila.

#### **e. Herbicidas con actividad hormonal**

##### **- Disruptores del crecimiento celular. Auxinas**

**sintéticas (acción probable hacia el ácido indolacético):** Estos herbicidas interfieren en la síntesis de ácidos nucleicos, controlando la síntesis proteica en diferentes etapas, afectando la regulación del ADN durante la formación de ARN, efecto que puede ser alcanzado por la depresión de un gen o activación en ARN polimerasa, o simplemente afectar el mensaje del ARN a las proteínas. En general, se pierde el control del crecimiento por atrofia o malformación de los haces vasculares.

#### **f. Herbicidas que afectan la producción de aminoácidos y síntesis de proteínas**

**- Inhibidores de la encima sintetasa:** Herbicidas que afecta la síntesis de proteína, la formación de vitaminas, ligninas, alcaloides y fenoles, los cuales se sustituyen en el citoplasma para trasladarse al cloroplasto.

**- Inhibidores de la acetolactato sintetasa:** Herbicida que afectan la síntesis de proteínas, aminoácidos de la cadena ramificada

(isoleucina, leucina y valina) y cambian la conformación de los mismos, al inducir la precipitación o inhibiendo la acción desencadenada, al interrumpir las síntesis proteica e interfieren con la síntesis de ADN y el crecimiento celular.

### **g. Herbicidas que actúan sobre pigmentos**

#### **- Inhibidores de la biosíntesis de carotenos (PDS):**

Interfieren en la formación de clorofila, inhibiendo la síntesis del fitol, carotenoides y aminoácido histidina. El síntoma característico es el albinismo del follaje después de la aplicación, se trasloca de forma apoplástica como simplástica. Son herbicidas que toman importancia cuando las plantas están expuestas al pleno sol y dependen de la intensidad lumínica, su efecto empieza a verse cerca de las dos horas cuando la cantidad de carotenoides ha disminuido lo suficiente.

## **2.2.6. Factores que afectan la efectividad de los herbicidas**

### **a. Factores ambientales**

#### **- Luminosidad**

LEIVA (1995), afirma que en situaciones de baja luminosidad, donde la actividad de las malezas es menor, corre el riesgo de tener una disminución en la deficiencia de absorción y translocación de Glifosatos. Durante los primeros días posteriores al tratamiento, una elevada luminosidad favorecerá a la fotosíntesis que aún pudiera llevar a cabo la maleza. El flujo de fotosíntesis arrastrará al herbicida, favoreciendo su translocación, a la vez una elevada luminosidad acelerará la degradación de la clorofila que produce el Glifosato.

### **- Temperatura**

LEIVA (1995), afirma que durante el desarrollo de una maleza, temperaturas más elevadas pueden promover el desarrollo de una mayor área foliar, con el consiguiente beneficio sobre la futura intercepción y retención del Glifosato. También pueden determinar un menor espesor de la cera cuticular de las hojas, facilitando en mayor medida la absorción del herbicida aplicado, y mayor translocación hacia los meristemas activos; aumenta la toxicidad de los herbicidas hacia las plantas.

### **- Humedad relativa ambiente**

LEIVA (1995), afirma que cuanto más elevado sea el nivel de humedad relativa del ambiente durante las horas posteriores a la aplicación del Glifosato, mayor será la hidratación de la cutina de las hojas y, por lo tanto, se podría mejorar la absorción del herbicida hacia el interior de las malezas. No conviene aplicar mientras la humedad relativa del ambiente sea inferior al 60 %, podría ser un obstáculo para la gradual difusión pasiva a través de la cutina.

### **- Precipitación**

LEIVA (1995), afirma que no es recomendable efectuar una aplicación con Glifosato convencional cuando se provee la inminente ocurrencia de una lluvia (6 – 8 después de la aplicación del herbicida), o se verifique la presencia de rocío sobre las hojas de las malezas.

### **- Humedad edáfica**

LEIVA (1995), afirma que un nivel medio de la humedad del suelo, es convertirse durante todas las etapas del desarrollo de las malezas a

controlar con Glifosato. La importancia de un nivel medio de humedad edáfica es mayor durante los 2 a 3 días anteriores y posteriores a la aplicación, ya que determinará el estado hídrico general de las malezas, no deberían realizarse aplicaciones de Glifosato cuando las malezas muestran efectos de deficiencia hídrica en exceso.

**- Viento:**

LEIVA (1995), afirma que solo es recomendado aplicar Glifosato cuando la velocidad del viento no supere los 12 km/hora, el viento puede tener algún efecto sobre la intersección, retención de lo aplicado y hasta la persistencia de cada gota caída sobre las hojas, es importante considerar que el viento puede provocar deriva física de gotas, y reducir la llegada del herbicida a su objetivo.

**b. Factores de aplicación**

**- Cobertura de gotas:**

PETROFF (2000), afirma que la cobertura óptima de una aplicación esta entre 20 y 30 gotas/cm<sup>2</sup> de superficie foliar, este nivel de cobertura es independiente del volumen total que se hubiese elegido para aplicar el herbicida.

**- Volumen total:**

PETROFF (2000), sostiene que el Glifosato debe ser aplicado disuelto en agua:

❖ Lograr una cobertura adecuada de gotas (20 – 30 impactos)/unidad de superficie (cm<sup>2</sup>), con un tamaño individual que

supere los 150  $\mu$  lo recomendable es de 300 - 800  $\mu$ , y no exponer innecesariamente a un alto riesgo de deriva física.

- ❖ Permitir una efectiva difusión que causaría la evaporación prematura.

- ❖ Lograr la hidratación de la cutina foliar, a través del cual, el producto penetra.

- ❖ No dañar las membranas celulares del mesófilo, porque dificultaría la entrada y la translocación normal del herbicida.

#### **- Pastillas para la aspersión:**

PETROFF (2000), indica que las pastillas de abanico plano tipo 8002/8003 u 11002/11003 permiten lograr excelentes resultados en la aplicación de Glifosato. La presión recomendada para la correcta operación de este tipo de pastillas varía entre 30 – 50 psi (2 y 3.5 bar), en todos los casos se recomienda seguir las indicaciones de uso del fabricante del tipo de pastilla elegido, y mantener una cobertura de 20, 30 gotas asperjadas/cm<sup>2</sup> de la superficie foliar.

#### **- Mezcla**

PETROFF. (2000), afirma que no es recomendable la mezcla en el tanque de la pulverizadora, la formulación del Glifosato con herbicidas post-emergentes de contacto (Ej: Paraquat), afirma que es absolutamente compatible con herbicidas residuales formulados como concentrados solubles, emulsionables o gránulos dispersantes. También con los polvos mojables en pocos g/ha, del mismo modo, es mas compatible, con herbicidas de la familia química de las Triazinas.

### **- Calidad de agua**

GAUVRIT y CABANNE (1993), sostienen que el pH de la mayoría de las aguas se sitúa en la región neutra a levemente alcalino, en general. Este nivel de pH no afecta a procesos de hidrólisis que puedan degradar al herbicida antes de su penetración. Conviene puntualizar que el pH no siempre tiene una relación directa con la concentración de iones que confieren dureza. La dureza, conferida por la presencia de cationes mono (Na), divalente (Ca y Mg), y trivalentes (Fe y Al), generalmente bajo la forma de carbonatos y sulfatos, puede significar un problema si están en alta concentración los herbicidas del tipo ácidos débiles como el Dicamba, Glifosato y Fomesafen, estos ácidos débiles están formulados generalmente bajo la fórmula de sales en una unión débil (atracción electrónica entre dos moléculas que tienen cargas opuestas, mucho mas débil que la unión covalente), si el agua presenta arcilla en suspensión, no debe utilizarse porque puede provocar obstrucciones y taponamientos en la pulverizadora, por otra parte, los herbicidas que se absorben fuertemente a partículas coloides, resultan inactivos, es el caso del Paraquat y Glifosato entre otros.

### **- Calidad de aplicación**

GUNSOLUS y CURRAN (1996), afirman que la calidad de aplicación y cantidad de principio activo depositado sobre el blanco con una determinada cobertura y persistencia del producto en forma absorbible sobre la superficie foliar, este hecho permite afirmar que “ningún plaguicida es mejor que la técnica de aplicación”.

ETIENNOT (1993), sostiene que sólo el 25 % del volumen aplicado llega a las plantas, del proceso de formación de gotas, los agroquímicos deben depositarse en forma de gotas que finalmente alcanzan el contacto con el vegetal, es frecuente referirse al tamaño de las gotas por su diámetro en micrones ( $1 \mu = 0,001 \text{ mm}$ ), un mismo volumen puede dispersarse en gotas grandes o pequeñas; por otro lado menciona que las gotas grandes tienen la ventaja de descender rápidamente y estar menos expuestas a las derivas por viento y a la evaporación. Su principal desventaja es la falta de deposición y adherencia sobre la superficie vegetal, generalmente rebotan contra las hojas y caen al suelo en forma directa, luego de deslizarse y juntarse con otras gotas; Al igualdad que el volumen, es menor el número de impactos que se puede lograr con gotas grandes, las gotas pequeñas mejoran la cobertura ofreciendo la ventaja de una mejor penetración en las malezas, especialmente la posibilidad de alcanzar la cara inferior de las hojas, tallos, etc., la principal desventaja es por tener menor peso están más expuestas a ser transportadas por el viento (deriva) y por su elevada superficie expuesta en relación al volumen, a sufrir una intensa evaporación antes de depositarse.

#### **- Eficiencia de deposición de gotas**

ETIENNOT (1993), afirma que las gotas una vez que alcanzan la superficie foliar, deben depositarse y permanecer sobre la misma, este proceso depende básicamente de dos aspectos: su tamaño y el estado de la superficie de contacto de la hoja, gotas pequeñas quedan suspendidas en el aire y son transportadas por el viento, impactando la cara superior e inferior,

sobre tallos y otras estructuras, la cera favorece el escurrimiento y la coalescencia de las gotas por resbalamiento y los pelos dificultan el contacto con la epidermis.

MERER (1988), afirma que estos fenómenos se originan, cuando el dispersante es agua, los efectos de alta tensión superficial hacen que las gotas adopten la forma esférica, con poca superficie de contacto, y tiendan a rodar, para reducir este efecto negativo, es necesario algunas veces el uso de tensioactivos (función de mayor o menor dispersión en agua), hacen que la gota adopte una posición achatada, incrementando la adherencia por una mayor superficie de contacto.

#### **- La deriva y factores que la afectan**

ETIENNOT (1993), afirma que la deriva es aquella parte de la aspersion que no alcanza el objeto del tratamiento, se dividen en exo y endo deriva; por otro lado afirma que las características de la aspersion, afectan la deriva a través del tamaño de gotas; a menor tamaño la velocidad de caída es menor, mayor evaporación y superficie expuesta en relación al volumen transportado, que reduce progresivamente el tamaño de la gota durante la caída, a mayor tiempo que permanece suspendida, mayor probabilidades de ser transportada por el viento, por ejemplo con temperatura, de 30°C y H°R° del 50 %, una gota de 200 µm demora 42" en reducirse a la mitad, mientras que una de 100 µm tarda sólo 14" en evaporarse completamente.

ETIENNOT (1993); sostienen los límites críticos que afectan la deriva pueden establecerse como sigue: temperatura ambiente no mayor de 25°C, H°R° superior al 60 %, velocidad del viento no superior a 10 km/hora,

altura de vuelo entre 1,5 y 2 m, y gotas menores a 100 µm que no superen el 5 % del volumen total.

## **2.3. Características de los herbicidas empleados**

### **2.3.1. Crisquat**

Crisquat 24 CS, es un herbicida no selectivo, de contacto y post-emergente de una amplia gama de malezas de hoja ancha y gramíneas, con cierta capacidad de translocación por el xilema y, con mayor efectividad sobre las malezas anuales que sobre las perennes o las que tienen órganos subterráneos, se caracteriza por su rápido efecto de contacto y nula persistencia en el suelo, es absorbido únicamente por los órganos verdes de actividad fotosintética, no afecta tejidos leñosos o que carezcan de clorofila.

**Grupo químico** : Bipyridilos

**Nombre común** : Paraquat

**Nombre comercial** : Crisquat. 24 CS

**Nombre químico** : 1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinediium; 1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium; 1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium

**Fórmula empírica** : C<sub>12</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>

#### **a. Modo de acción**

Es un herbicida de contacto no selectivo, que se absorben foliarmente, se usa para el control de malezas mono y dicotiledóneas anuales y perennes, plantas acuáticas y algas, actúa en presencia de la luz afectando las partes verdes de todas las plantas que entran en contacto con el producto, su punto de acción son los cloroplastos que absorben la energía luminosa, actúa sobre el sistema fotosintético de la membrana denominada Fotosistema I, que

produce electrones libres durante la fotosíntesis, al reaccionar con el ion Paraquat forman finalmente peróxidos muy reactivos que desintegran membranas celulares y tejidos, interfiriendo en las reacciones de oxidoreducción.

**b. Forma de aplicación**

Puede ser aplicado en aspersión con pulverizadores mecánicos de mochila o accionadas por tractor, provistas de boquillas de abanico (TEE-JET 8002, 8004, 15006, 11806), asegurarse una total cobertura del área foliar y los punto de crecimiento, evitar aplicarse cuando las hojas de las malezas estén mojadas o haya rocío sobre ellas; es conveniente además, que transcurran 24 horas entre el tratamiento y la siguiente práctica agrícola.

**c. Compatibilidad:**

Es incompatible con surfactantes aniónicos, preparados alcalinos y materiales inertes que contengan arcilla, no aplicarlo con herbicidas de acción lenta como los Glifosatos y Graminidas porque la acción rápida del Paraquat, inactiva el efecto de estos herbicidas, es compatible con los principales herbicidas selectivos como 2-4., Diuron, MCPA, Terbutilazida.

**d. Categoría toxicológica:** Altamente peligroso, color rojo

**e. Precauciones:**

- Usar máscara protectora y ropa apropiada durante el manipuleo y aplicación del producto, y para ingresar al área tratada en las primeras 72 horas.

- No comer, beber o fumar durante las operaciones de manipuleo, mezcla y aplicaciones del producto.

- Después de usar el producto cámbiese la ropa, lave la ropa contaminada y báñese con abundante agua y jabón.
- Conservar el producto, etiquetado y cerrado.
- No almacenar ni transportar junto con alimentos, bebidas.

### **2.3.2. Glifonox**

HANEY, SENSEMAN y ZUBERER (1999), sostienen que el Glifosato es un aminoácido, análogo al aminoácido natural glicina, el nombre es la concentración de glicina fosfato, partícula que designa a la base conjugada de un ácido, la aplicación de Glifosato mata las plantas eliminando la 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.

**Grupo químico** : Glicina

**Nombre común** : Glifosato

**Nombre químico** : N – (phosphonomethyl) glycine

**Composición química:** Sal de monoisopropalamina 41 % p/p Expresado como  
N.N. fosfonometalaglicina 480 g/L

**Nombre comercial** : Glifonox 480 CS.

#### **a. Descripción del producto**

Es un herbicida post-emergente sistémico no selectivo y no residual, perteneciente al grupo de los derivados de la glicina, su uso esta 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, perennes, gramíneas y de hoja ancha.

#### **b. Modo de acción**

KACZEWER (2002), afirma que es un herbicida sistémico no selectivo que actúa en post-emergencia sobre malezas anuales y perennes, es absorbido principalmente por las hojas y translocado por el floema a toda la planta hasta los órganos subterráneos, se inactiva al entrar en contacto con el suelo y no afecta a las semillas, actúa inhibiendo a la enzima EPSP (5-enopiruvilshiquimato-3-fosfosintasa), que controla la síntesis de aminoácidos aromáticos y esenciales y productos químicos endógenos como lignina, fenoles y ácido indolacético.

La toxicidad del Glifonox está asociada con la inhibición de la síntesis de proteínas, se absorbe por la cutícula de la hoja y se moviliza por toda la planta desde el punto de contacto hasta el sistema radicular, es translocado principalmente en el simplasma, se acumula en tejidos en crecimiento, las hojas inmaduras y los meristemas, el marchitamiento gradual y amarillamiento progresivo con deterioro de las partes enterradas como las raíces, rizomas y tubérculos se hace visibles de 4 a 6 días en malezas anuales y de 8 a 10 días en malezas perennes.

#### **c. Compatibilidad**

No es compatible con herbicidas residuales como ureas sustituidas, Trianzinas y herbicidas de tipo hormonal, como Bipiridilos,

fenoxidos, órganos arsénicos, la mezcla con otros herbicidas puede reducir la efectividad.

**d. Toxicidad**

LD<sub>50</sub> Oral Aguda en ratas > 5.600 mg/kg

LD<sub>50</sub> Dermal en conejo > 5.000 mg/kg

**e. Categoría toxicológica**

Categoría III, ligeramente peligroso Cuidado

**f. Color banda:** verde.

**g. Fitotoxicidad**

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

**h. Precauciones**

- Usar máscara protectora, guantes y ropa apropiada, durante el manipuleo y aplicación del producto.
- No comer, fumar, beber durante las operaciones de manipuleo, mezcla y aplicación del producto.
- Después de usar el producto cámbiese, lave la ropa contaminada, y báñese con abundante agua y jabón.
- Conservar en el empaque original, etiquetado y cerrado.
- No almacenar ni transportar junto con alimentos, bebidas medicinas ni forrajes.
- Almacenar el producto en lugares frescos y bien ventilados.

### 2.3.3. Gramocil

Es un herbicida contacto, tiene las siguientes características.

<b>Grupo químico</b>	: Paraquat; bupiridilos y Diuron; urea substituida
<b>Nombre común</b>	: Paraquat + Diuron
<b>Nombre químico</b>	: Paraquat (ion de 1,1dimetil 4,4 bupiridilo en forma de cloruro de Paraquat). Diuron 3-(3,4 diclorafenil) - 1,1 Dimetil-urea.
<b>Composición química</b>	: Paraquat: equivalente a 200g de ac eq./L Diuron 100 g ia/L
<b>Nombre comercial:</b>	: Gramocil
<b>Formulación</b>	: Suspensión concentrada, 200 g de Paraquat, 100 g de Diuron/L de producto comercial.

#### a. Modo de acción

Su efecto herbicida se produce al formar radicales peróxido que provocan el trastorno rápido de la membrana celular y del citoplasma, ocurriendo el colapso de la estructura celular y finalmente la desecación total de los tejidos.

#### b. Dosis

Para los cultivos de manzano, nogal, plátano, cítricos, durazno, y caña de azúcar se aplica de 2 - 3 L/ha, sorgo y maíz de 1.5 – 3 L/ha.

#### c. Forma de aplicación

Es esencial hacer una aspersion con precisión y cubrir totalmente la maleza, asegúrese que las boquillas estén en buenas condiciones

y el aguijón del aspersor esté ajustado a una altura adecuada que garantice la cobertura total, además evite bañar los tejidos no leñosos de los cultivos; Gramocil no causa daños al asperjarlo sobre la corteza madura, pero causará daños al aplicar sobre las partes verdes de las plantas cultivadas.

**d. Compatibilidad**

Es compatible con otros herbicidas residuales y hormonales, e incompatible con productos de reacción alcalina.

**e. Categoría toxicológica**

Categoría II. Moderadamente peligroso.

**f. Precauciones**

Es de color azul verdoso, tiene un olor repugnante, para evitar ingestiones accidentales, aun así se deben guardar las precauciones del caso.

- No comer, beber y fumar al momento de la aplicación.
- Evitar la inhalación de vapores.
- Usar ropa adecuada, careta de protección, botas y guantes.
- Antes de comer, beber, fumar sáquese la ropa

contaminada.

**2.4. Del cacao**

**2.4.1. Taxonomía**

BENITO (1992), las categorías taxonómicas son:

División : Fanerógamas.

Clase : Angiospermas.

Orden : Málvales.  
Familia : Malvaceae.  
Género : Theobroma.  
Especie : *Theobroma cacao* L.

#### **2.4.2. Fenología del cultivo de cacao**

HUGENIN (2004), 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 - 4 qq/ha/año, alcanzando niveles estables de productividad de 50 - 55 qq/ha/año., a partir del sexto año.

#### **2.4.3. Ciclo fisiológico del cacao**

CHÁVEZ y MANSILLA (2004), afirman que el cacao tiene tres etapas fisiológicas bien marcadas, de hecho se da en forma simultánea a las otras etapas fisiológicas: Floración 6 meses; desarrollo de frutos y llenado de grano 6 meses; maduración de frutos, 6 meses; y aunque no existe la etapa de descanso, debido que existe cosecha de menor proporción de 1 a 2 meses que coincide con el inicio de una nueva floración.

## **2.5. Trabajos realizados con herbicidas**

RAMOS (1986).el Gramoxone aplicado a una dosis de 2 L/ha, con intervalos de 25 días durante 3 meses ejerce un buen control de gramíneas perennes (89.9 %) a pesar de las condiciones climáticas adversas

SOTO (1980), en los resultados, se observa que los tratamientos del encalado 4 t/ha, Tordon 101 4 L/ha, el Roundup 3 L/ha. y la remoción tiene los mejores comportamientos de control, estos están relacionados con el crecimiento y peso de la materia seca en macorilla.

RAMÍRES (2008), en un trabajo de investigación realizado en la zona de Tulumayo (CIPTALD - UNAS) en época de mayor precipitación; se aplicó los herbicidas de contacto, sistémicos y doble acción (Paraquat, Glifosato y Gramocil respectivamente) a una dosis de 3 L/ha, a los 7 días después de la aplicación de los tratamientos, el Paraquat tuvo un efecto de control de 88.25 %, Gramocil con 81.25 % y el Glifosato con 72.50 %; a los 14 días después de la aplicación de los tratamientos el Paraquat (tuvo un efecto de control de 81.25 %, Glifosato con 80 % y Gramocil con 76.25 %; a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos tuvieron un efecto de control de: Glifosato con 81.25 %, Gramocil con 70 % y Paraquat; en cambio para el porcentaje de rebrote de las malezas a los 60 días después de aplicación de los tratamientos fue: Paraquat 82.50 %, Gramocil con 42.50 % y Glifosato 0.00 %; a los 75 días de aplicación de los tratamientos fue: Paraquat con 100.00 %, Gramocil 60.25 % y Glifosato 42.50 %; finalmente a los 90 días de la aplicación los

tratamientos fue: Paraquat con 100.00 %, Gramocil con 55 % y Glifosato con 77.50 %.

ROJAS (2010), en un trabajo de investigación realizado en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, empleo Glifosato a una dosis de 2, 3, y 4 L/ha, a los 7 días después de la aplicación de los tratamientos el Glifosato tuvo el siguiente efecto de control: a 2 L/ha con 41.25 %, a 3 L/ha con 47.5 % y 4 L/ha con 58.75 %; a los 15 días después de la aplicación de los tratamientos el Glifosato tuvo el siguiente efecto de control: a 2 L/ha con 51.25 %, a 3 L/ha con 73.75 % y 4 L/ha con 81.25 %; a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos el Glifosato tuvo el siguiente efecto de control: a 2 L/ha con 80 %, a 3 L/ha con 90 % y 4 L/ha con 91.25 %; a los 45 días después de la aplicación de los tratamientos el Glifosato tuvo el siguiente poder residual: a 2 L/ha con 73.75 %, a 3 L/ha con 91.25 % y 4 L/ha con 91.25 %; a los 60 días después de la aplicación de los tratamientos el Glifosato tuvo el siguiente poder residual: a 2 L/ha con 41.25 %, a 3 L/ha con 51.25 % y 4 L/ha con 57.50 %; a los 75 días después de la aplicación de los tratamientos el Glifosato tuvo el siguiente poder residual: a 2 L/ha con 8.75 %, a 3 L/ha con 20 % y 4 L/ha con 23.75 %; a los 90 días después de la aplicación de los tratamientos el Glifosato tuvo el 0.00 % de poder residual en las tres dosis.

NUÑES, (2001), en un trabajo de investigación realizado en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en el cultivo de arroz bajo riego aplicó Paraquat (Surcopur) a una dosis de 4 L/ha, tuvo un porcentaje de control a los 14 días de 67.5 %, a los 30 días de 63.4 % y a los 60 días de 65.4 %.

GAVIDIA (2001), en un trabajo de investigación realizados en el CIPTALD – Tingo María, se aplicó Glifosato y Gramoxone a un 1 L/ha y se tuvieron los siguientes resultados: a los 7 días después de la aplicación de los herbicidas el Glifosato tuvo un efecto de control de 77.8 % y el Gramoxone de %; a los 15 días después de la aplicación de los herbicidas el Glifosato tuvo un efecto de control de 78 % y el Gramoxone de 90 %; a los 30 días después de la aplicación de los herbicidas el Glifosato tuvo un efecto de control de 80.40 % y el Gramoxone de 31.47 %; pero sin embargo a los 45 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas el Gramoxone tuvo un porcentaje de rebrote de 80 y 90 % respectivamente, y el Glifosato de 48 y 55 % de rebrote a los 45 y 60 días respectivamente.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Campo experimental**

##### **3.1.1. Ubicación**

El presente trabajo de tesis se llevó a cabo en los terrenos del CIPTALD de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en la segunda antenna al margen derecho del río Huallaga a 25 km de la ciudad de Tingo María, en el poblado de Santa Lucia, distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, cuyas coordenadas se determinó en UTM, con el equipo GPS navegador Germin 12XL, y son las siguientes:

Metros Este	: 0385397
Metros Norte	: 8990216
Altitud media	: 600 m. s. n. m.

##### **3.1.2. Historia del campo experimental**

El lugar donde se ejecutó el experimento, es una plantación de cacao de 16 años de edad, en la que presenta algunos síntomas de escoba de brujas, pudrición parda y otras enfermedades, y anteriormente ha sido un campo de purma.

##### **3.1.3. Registros meteorológicos**

En el Cuadro 1, se presentan los datos meteorológicos, obtenidos de la Estación Experimental Meteorológica "José Abelardo Quiñones" de Tingo María, correspondiente a los meses de Julio a Noviembre del 2013. Las características climáticas del campo experimental, corresponden a un clima de bosque muy húmedo sub-tropical, con una temperatura media 25.12°C,

mientras que la precipitación promedio fue 265.2 mm/mes, asimismo la humedad relativa mostró cambios debido a las variaciones pluviales, de igual manera horas sol en el mes de setiembre presentó mayor incremento con un promedio de 207.7, lo que influye positivamente o negativamente en el efecto de los herbicidas.

**Cuadro 1.** Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento correspondiente, Julio – Noviembre de 2013.

Meses	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	H R (%)	Insolación (Horas sol)
	Max.	Med.	Min.			
Julio	29,5	24,3	19,2	103,4	86	191,5
Agosto	30,1	24,9	19,8	248,8	84	181,8
Setiembre	31,2	25,6	20,1	191,0	82	207,7
Octubre	30,4	25,5	20,7	496,3	86	159,3
Noviembre	29,8	25,3	20,9	286,5	85	146,8
Total	151	125.6	100.7	1326.0	423	887.1
Promedio	30.2	25.12	20.14	265.2	84.6	177.42

Fuente: Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), Estación Meteorológica: José Abelardo Quiñonez.

#### 3.1.4. Análisis de suelo

Se sacó una muestra representativa del suelo previo a la aplicación de los tratamientos, la misma que se llevó al Laboratorio de Análisis de Suelo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su respectiva determinación. En el Cuadro 2, se muestra los resultados del análisis físico – químico del suelo donde se instaló el experimento, según dicho cuadro, el suelo presenta las siguientes características: textura franca, con pH

ligeramente ácido, el nivel de materia orgánica es medio y nitrógeno tiene un nivel bajo, fósforo y potasio disponible en un nivel bajo, la capacidad de intercambio catiónico está en un nivel bajo, estas características determinan que el suelo presenta fertilidad media.

**Cuadro 2.** Análisis físico – químico del campo experimental.

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Método empleado</b>
<b>Análisis físico:</b>		
Arena (%)	42.68	Hidrómetro
Arcilla (%)	23.04	Hidrómetro
Limo (%)	35.28	Hidrómetro
Clase textural	Franco	Triángulo textural
<b>Análisis químico:</b>		
pH (1:1) en agua	6.35	Potenciómetro
M. O. (%)	2.69	Walkey y Black
N - total (%)	0.12	% M.O. x 0,05
Fósforo disponible (ppm)	4.92	Olsen Modificado
K <sub>2</sub> O disponible (kg/ha)	365.72	Acido sulfúrico
Ca cambiable (cmol <sup>(+)</sup> . kg/ha)	8.12	EAA
Mg cambiable (cmol <sup>(+)</sup> . kg/ha)	1.40	EAA
K cambiable (cmol <sup>(+)</sup> . kg/ha)	0.12	EAA
Na cambiable (cmol <sup>(+)</sup> . kg/ha)	0.11	EAA
CIC (cmol <sup>(+)</sup> . kg/ha)	9.75	Suma de cationes
Bas. Camb. (%)	100.00	Ca + Mg +K+ Na/CICt x 100

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva –

Tingo María.

### 3.1.5. Análisis de agua

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

**Cuadro 3.** Análisis de la muestra de agua.

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
pH real del agua	7.5
Calcio (ppm)	173.60
Magnesio (ppm)	5.69

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

### 3.1.6. Presencia de malezas en el campo experimental.

El lugar donde se realizó el experimento, se observó la presencia de malezas de hoja ancha en un 80 %, y hoja angosta del 20 %, además se identificó las malezas presentes y el porcentaje de infestación de cada uno de ellos, en el Cuadro 4, se detalla.

**Cuadro 4.** Porcentaje de malezas identificadas en el campo experimento.

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Predominancia %</b>
<b>Hoja ancha:</b>			<b>80</b>
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	"Chanca piedra"	1
Leguminosae	<i>Pueraria phaseoloides</i>	"Kudzú"	5
Commelinaceae	<i>Commelina erecta L.</i>	"Commelina"	65
Leguminosae	<i>Desmodium tortuosum</i>	"Pega Pega"	2
Poaceae	<i>Paspalum vaginatum</i>	"Grama dulce"	3
Brassicaceae	<i>Ipomoea purpurea L.</i>	"campanilla"	1
Verbenaceae	<i>Verbena officinalis</i>	"Verbena"	1
Asteraceae	<i>Bidens pilosa L.</i>	"Cadillo"	2
<b>Hoja angosta:</b>			<b>20</b>
Graminae	<i>Digitaria sanguinalis L.</i>	"Pata de gallina"	4
Poaceae	<i>Megathyrsus maximun</i>	"Pasto guinea"	9
Cyperaceae	<i>Cyperus alternifolius</i>	"Cortadera"	3
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	"Coquito"	4
<b>Total</b>			<b>100</b>

### 3.2. Componentes en estudio

#### A. Cultivo de cacao

#### B. Herbicidas

Nombre técnico	Nombre comercial
Paraquat	Crisquat
Glifosato	Glifonox
Gramocil	Gramoxone super (CE)

### 3.3. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio se detallan en el Cuadro 5.

**Cuadro 5.** Descripción de los tratamientos en estudio.

Clave	Método de control	Dosis de producto comercial	
		(L/ha)	(cc/trat.)
T <sub>1</sub>	Manual (machete)	-	-
T <sub>2</sub>	Mecánico (motoguadaña)	-	-
T <sub>3</sub>	Paraquat	3	120
T <sub>4</sub>	Glifosato	3	120
T <sub>5</sub>	Gramocil	3	120
T <sub>6</sub>	Testigo absoluto (sin control)	-	-

Cc = centímetros cúbicos.

### 3.4. Cálculo de los herbicidas y gasto de agua

#### 3.4.1. Cálculo de las dosis de herbicida

Si se aplica a una dosis de 3 L/ha, mediante la regla de tres simple se calcula la dosis para cada unidad experimental de (100 m<sup>2</sup>)

10000 m<sup>2</sup>-----3000 cc (3 L/ha), del producto comercial.

100 m<sup>2</sup>-----X

Por lo tanto, se aplicó 30 cc del producto comercial por cada unidad experimental de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10), pero como son cuatro repeticiones, se utilizó 120 cc del producto, por cada herbicida en prueba.

### 3.4.2. Cálculo del gasto de agua

**a. Contacto:** Los rangos del gasto de agua desde 400 – 500 L/ha, para este trabajo de investigación se ha optado un gasto de agua promedio de 400 L/ha.

10000 m<sup>2</sup>-----400 L de agua.

100 m<sup>2</sup>-----X

El gasto de agua por cada unidad experimental de 100 m<sup>2</sup> es de 4 L. pero como son cuatro unidades experimentales, el gasto de agua se cuadruplica a 16 L.

**b. Sistémico:** Los rangos del gasto de agua desde 100 – 200 L/ha, para este trabajo de investigación se ha optado un gasto de agua promedio de 200 L/ha.

10000 m<sup>2</sup>-----200 L de agua.

100 m<sup>2</sup>-----X

El gasto de agua por cada unidad experimental de 100 m<sup>2</sup> es de 2 L. pero como son cuatro unidades experimentales, el gasto de agua se cuadruplica a 8 L.

**c. Doble acción:** Los rangos del gasto de agua desde 500 – 600 L/ha, para este trabajo de investigación se ha optado un gasto de agua promedio de 400 L/ha

10000 m<sup>2</sup>-----600 L de agua.

100 m<sup>2</sup>-----X

El gasto de agua por cada unidad experimental de 100 m<sup>2</sup> es de 6 L. pero como son cuatro unidades experimentales, el gasto de agua se cuadruplica a 24 L.

### **3.5. Diseño experimental**

El Diseño experimental empleado para el presente trabajo de tesis fue el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 6 tratamientos y 4 repeticiones y para la comparación de los promedios se utilizó la prueba de Duncan, con un nivel de significación de  $\alpha = 0.05$ , cuyo esquema se presenta en el Cuadro 6., el modelo estadístico es el siguiente:

#### **3.5.1. Modelo aditivo lineal**

Según (CALZADA, 1969)

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

Donde:

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

$\mu$  = Es el efecto de la media general.

$T_i$  = Es el efecto del i-ésimo tratamiento.

$B_j$  = Es el efecto del j-ésimo bloque.

$\epsilon_{ij}$  = Es el efecto aleatorio del error experimental del j-ésimo bloque a la cual se aplicó el i-ésimo tratamiento.

Para:

$i = 1, 2, 3, \dots, 6$  tratamientos

$j = 1, 2, 3, 4$  repeticiones

**Cuadro 6.** Esquema del análisis de variancia.

<b>Fuente de variabilidad</b>	<b>Fórmula</b>	<b>G. L.</b>
Bloques	$r-1$	3
Tratamientos	$t-1$	5
Error experimental	$(r-1)(t-1)$	15
Total	$tr-1$	23

### 3.6. Características del campo experimental

#### A. Bloques

Número del bloques	: 4
Largo de bloques	: 60 m
Ancho de bloque	: 10 m
Ancho de la calle	: 0.5 m
Área de cada bloque	: 600 m <sup>2</sup>
Área total de los bloques	: 2400 m <sup>2</sup>

#### B. Parcela

Número de parcelas/bloque	: 6
Número total de parcelas	: 24 m
Largo de cada parcela	: 10 m
Ancho de cada parcela	: 10 m
Área de cada parcela	: 100 m <sup>2</sup>
Área neta de cada parcela	: 64 m <sup>2</sup>
Número de calles	: 3

### **C. Dimensiones del campo experimental**

Largo	: 60 m
Ancho	: 41.5 m
Área neta del experimento	: 1536 m <sup>2</sup>
Área total del experimento	: 2490 m <sup>2</sup>

### **3.7. Ejecución del experimento**

#### **3.7.1. Demarcación del campo experimental**

Para 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 6 parcelas, que posteriormente se colocaron las claves en cada parcela.

#### **3.7.2. Identificación y determinación de las malezas**

El porcentaje de malezas se identificó, antes de la aplicación de los tratamientos por método visual del m<sup>2</sup>, 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 m<sup>2</sup>, 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, que deben ser entre 20 a 25 cm de altura, en caso de ser mayor se procederá a realizar el corte, a una altura determinada, el 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 de Manual

de Malezas, se determinó su identificación, y se presentan en el Cuadro 4, (CHARLES, 2006).

### **3.7.3. Muestreo 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.

### **3.7.4. Corte de uniformidad**

Se realizó un desyerbo tradicional (machete), 15 días antes de la aplicación de los herbicidas, con la finalidad de uniformizar el tamaño de las parcelas del campo experimental a 25 cm de altura.

### **3.7.5. 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).

### **3.7.6. Calibración del equipo**

Se realizó en el área correspondiente al campo experimental por lo cual se midió un cuadrado de 10 x 10 m. respectivamente, que representó

alta densidad de malezas, se utilizó un balde graduado en L., se colocó agua en la bomba de mochila hasta un nivel determinado, procediéndose luego a mojar lo suficientemente el área ya establecida; esta operación se realizó por tres veces, con el fin de tener un dato mas preciso del gasto de agua; terminada esta operación, se vació el agua sobrante de la mochila en un balde, y con la ayuda de un probeta graduada, y por diferencia de agua gastado y el agua sobrante, se calculó la cantidad de agua utilizada en los 100 m<sup>2</sup>. Para lo cual quedó calibrada la mochila.

### **3.7.7. Aplicación de los tratamientos**

Para la aplicación de los herbicidas, las malezas deben tener 25 cm de altura, además se consideró altura de la boquilla, presión, velocidad de aplicación y la hora adecuada (en horas de la mañana).

## **3.8. Observaciones a registrar**

### **3.8.1. Determinación del efecto de 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 7, 15, 30, 45 y 60 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.

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    (ALAM, 1974)

Escala (%)	Denominación (Del control de malezas)	
99.0 - 100.0	Excelente	
96.5 - 99.0	Muy buen control	
93.0 - 96.5	Buen control	
87.5 - 93.0	Control suficiente	
80.0 - 87.5	Control medio	
70.0 - 80.0	Control regular	
50.0 - 70.0	Control pobre	
1.0 - 50.0	Control muy pobre	
0.0 - 1.0	Sin efecto	(SILVA <i>et al.</i> , 2005)

### 3.8.2. Determinación del poder residual

Para determinar el poder residual de los tratamientos se procedió a verificar el rebrote de las malezas a los 75, 90, 105 y 120 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.

### **3.8.3. 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 mas 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 (HELGOTTS, 1980).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Del efecto potencial de control

De los resultados del análisis del ANVA Cuadro 7, se deduce lo siguientes datos registrados en porcentaje del efecto de control de las malezas en el cultivo de cacao, a los 7, 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas:

- Para el efecto de los bloques, no existe significación estadística por tener efectos similares en el control de malezas.

- En cuanto a los tratamientos, al menos un tratamiento difiere del resto en el efecto de control de las malezas en el cultivo de cacao. Estos resultados permiten afirmar que los herbicidas tuvieron efectos de control diferente unos de otros, tal como se puede observar en la Figura 1.

- Los coeficientes de variabilidad expresados en (%) fueron los siguientes: 2.98, 1.91, 2.65, 1.49, 0.92 para el porcentaje de control de malezas en el cultivo de cacao a los 7, 15, 30, 45 y 60 días respectivamente, estos resultados son aceptables por tener una excelente homogeneidad es decir que los tratamientos fueron tratados de la misma manera y dosis de aplicación para todos, además había una uniformidad en las malezas en todos los tratamientos.

- Los herbicidas mostraron una eficacia en el control de malezas, debido a la inmediata acción fitotóxica que ocasionan la muerte de éstas; además el uso de machete y motoguadaña es una forma de controlar las malezas pero con menor eficacia.

**Cuadro 7.** Resumen de varianza del porcentaje del control de malezas en el cultivo de cacao a los 7, 15, 30 ,45 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas.

<b>Cuadrados medios</b>											
<b>Fuente variación</b>	<b>Días después de la aplicación de los herbicidas</b>										
	<b>G.L</b>	<b>7 días</b>		<b>15 días</b>		<b>30 días</b>		<b>45 días</b>		<b>60 días</b>	
Bloques	3	0.72	N.S	0.11	N.S	0.94	N.S	0.61	N.S	0.77	N.S
Tratamientos	5	4635.60	A.S	4571.56	A.S	5778.36	A.S	6340.00	A.S	8998.00	A.S
Error experimental.	15	2.82		1.41		2.87		0.84		0.21	
<b>Total</b>	<b>23</b>										
C.V. (%)		2.98		1.91		2.65		1.49		0.92	

N. S. = No existe significación estadística.

A. S. = Altamente significativo.

### **A. Del testigo**

En el Cuadro 8 y Figura 1, según la prueba de Duncan para un nivel de significación ( $\alpha = 0.05$ ), a los 7, 14, 30, 45, 60, días después de la aplicación de los herbicidas, el tratamiento T<sub>6</sub> (Machete), presentó un efecto de control cero, debido a que no se realizó ningún control de malezas, con el fin de servir como fuente de referencia del porcentaje de infestación de malezas en el campo experimental; Coincidiendo con VILLARIAS (1992), afirma que las malezas se propagan de forma asexual y sexual y tienen un rápido desarrollo vegetativo; además TEOLARA (2011) afirma que por regla general las malas hierbas suelen crecer de forma natural, y además de considerable vigor por tratarse en la mayoría de las ocasiones de especies endémicas muy adaptadas al medio. Al momento de la ejecución del experimento, el grado de control de malezas en los tratamientos aplicados, el testigo absoluto representa el máximo porcentaje de malezas, que pueden alcanzar los demás tratamientos y realizar un nuevo control de malezas, cuando el poder residual del Paraquat, Glifosato y Gramocil es nulo.

Cabe mencionar que durante el periodo del experimento, sobre todo los meses de julio y setiembre, los factores climáticos (Cuadro 1), fueron desfavorables para el desarrollo vegetativo de las malezas, coincidiendo con GOMBES (1993), afirma que al aplicar cualquier herbicida se establece desde ese momento, una interacción entre el herbicida y el medio, hasta que termina su efecto y desaparece, esta interacción se lleva a cabo en el nivel de la atmósfera del suelo superficial.

**Cuadro 8.** Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) del porcentaje de control de malezas en el cultivo de cacao a los 7, 15, 30,45 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas.

Días después de la aplicación de herbicidas														
Clave	7 días			15 días			30 días			45 días			60 días	
	Prom.	Sig.	Clave	Prom.	Sig.	Clave	Prom.	Sig.	Clave	Prom.	Sig.	Clave	Prom.	Sig.
T <sub>1</sub>	89.0000	a	T <sub>3</sub>	89.5000	a	T <sub>3</sub>	98.7500	a	T <sub>5</sub>	100.0000	a	T <sub>5</sub>	99.2500	a
T <sub>2</sub>	81.0000	b	T <sub>5</sub>	85.0000	b	T <sub>5</sub>	93.2500	b	T <sub>4</sub>	96.2500	b	T <sub>4</sub>	98.7500	a
T <sub>5</sub>	72.5000	c	T <sub>1</sub>	80.5000	c	T <sub>4</sub>	90.7500	c	T <sub>3</sub>	87.5000	c	T <sub>3</sub>	80.0000	b
T <sub>3</sub>	63.7500	d	T <sub>2</sub>	70.2500	d	T <sub>1</sub>	52.2500	d	T <sub>1</sub>	43.7500	d	T <sub>1</sub>	12.5000	c
T <sub>4</sub>	31.2500	e	T <sub>4</sub>	48.7500	e	T <sub>2</sub>	49.5000	d	T <sub>2</sub>	40.0000	e	T <sub>2</sub>	9.5000	c
T <sub>6</sub>	00.0000	f	T <sub>6</sub>	0.0000	f	T <sub>6</sub>	0.0000	e	T <sub>6</sub>	0.0000	f	T <sub>6</sub>	0.0000	d

Tratamientos unidos por una sola letra en la columna, no existe significación estadística; en cambio tratamientos por diferente letra existe significación estadística.

T<sub>1</sub> = Manual (machete)

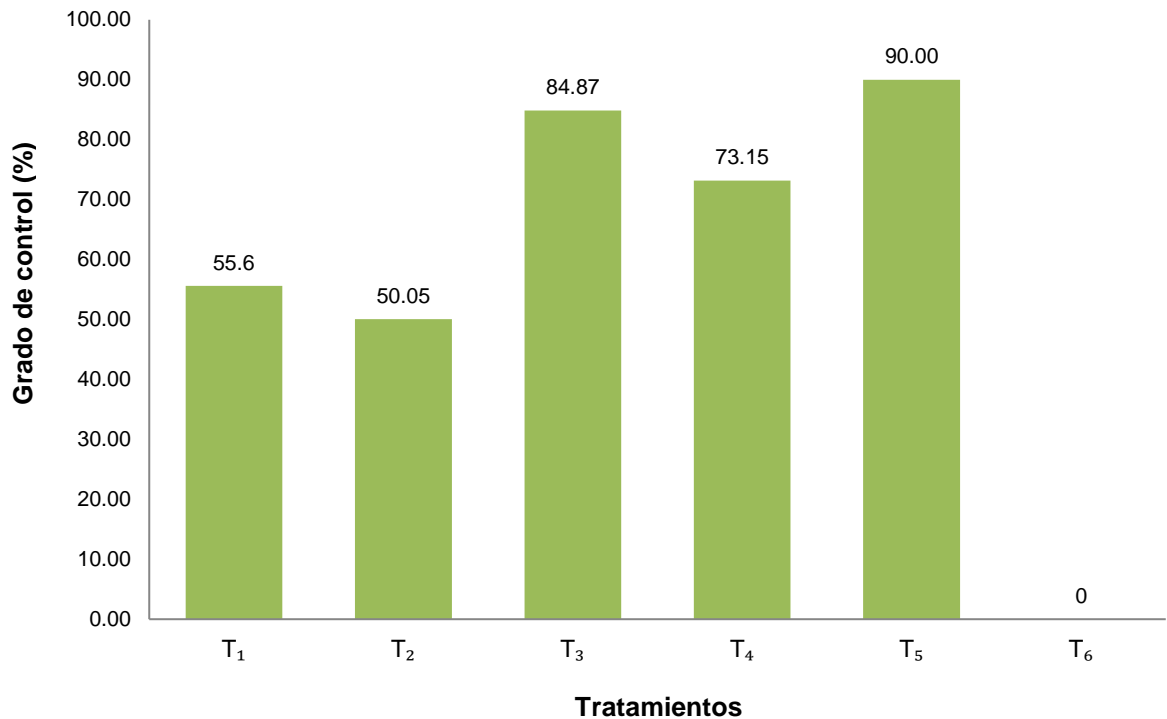
T<sub>3</sub> = Paraquat 3 L

T<sub>5</sub> = Gramocil 3 L

T<sub>2</sub> = Mecánico (motoguadaña)

T<sub>4</sub> = Glifosato 3 L

T<sub>6</sub> = Testigo absoluto (sin control)



T<sub>1</sub> = Manual (machete)                      T<sub>3</sub> = Paraquat 3 L                      T<sub>5</sub> = Gramocil 3 L  
T<sub>2</sub> = Mecánico (motoguadaña)            T<sub>4</sub> = Glifosato 3 L                      T<sub>6</sub> = Testigo absoluto (sin control)

**Figura 1.** Porcentaje de control de las malezas en el cultivo de cacao, hasta los 60 días después de la aplicación de los herbicidas.

### **B. De los tratamientos**

A los 7 días después de la aplicación de los herbicidas, de acuerdo a la prueba de Duncan para un nivel de significación de  $\alpha = 0.05$  (Cuadro 8), se observa que los tratamientos T<sub>1</sub> (Machete), T<sub>2</sub> (Motoguadaña) y T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron), alcanzando un 89.00, 81.00 y 72.50 % de control respectivamente, diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos, puede atribuirse a la utilización adecuada del herbicida y efecto inmediato, coincidiendo con GOMBES

(1993), afirma que un herbicida tiene efecto inmediato al inhibir el crecimiento y alterar la germinación de las semillas, asimismo la superioridad del tratamiento T<sub>1</sub> (Machete), T<sub>2</sub> (Motoguadaña) fue por medio del control manual y mecánico (Machete y Motoguadaña), quedando de esta manera libre de malezas, del resto de tratamientos se tienen que esperar que el herbicida haga efecto, utilizando dosis adecuadas coincidiendo con CERNA (1994), sostiene que las aplicaciones inadecuadas de los herbicidas ocasionan un mayor gasto y costo elevado; sin embargo RAMÁRES (2008), aplicó gramoxone a 3 L/ha tuvo un efecto de control de 81.25 %, este resultado se debe a la concentración del herbicida es decir que se aplicó en un área mas pequeña por lo tanto hubo mayor aspersion y efecto de control inmediato en las malezas.

GARCÍA y FERNÁNDEZ (1991), afirman que el método de control manual, da buenos resultados en cultivos perenes efectuados oportunamente, sin embargo en la zona de Selva hay escases de mano de obra, que no permite el uso oportuno cuando se trata de controlar superficies medianas a grandes, ratificando con esto a RODRÍGUEZ (2009), quien menciona que para grandes extensiones donde ha sufrido la invasión de malezas lo más recomendable es aplicar un herbicida en una dosis adecuada, permitiendo con esto un rápido control del problema, reduciendo gastos que permitirán un ahorro importante para el agricultor, coincidiendo con CERNA (1994), que afirma para que un herbicida realice acción fitotóxica es necesario que haya contacto y penetración en la planta.

En el Cuadro 8, a los 15 días después de la aplicación de los herbicidas, de acuerdo a la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), se observa que los tratamientos de mayor porcentaje de control corresponden al T<sub>3</sub> (Paraquat) y T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron) con un 89.50 y 85.00 % respectivamente, asimismo a los 30 días el T<sub>3</sub> (Paraquat) 98.75 % y T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron) 93.25 %, diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos en estudio, es decir el tratamiento T<sub>3</sub> (Paraquat) es el que más efecto de control tuvo tanto a los 15 y 30 días, con 89.50 %, 98.75 % respectivamente, esto se atribuye a la formulación del mismo herbicida, coincidiendo con GAVIDIA (2001) en el experimento hecho el Tulumayo aplicó el Glifosato a 1 L/ha tuvo un efecto de control de 78 % y Gramoxone 1 L/ha tuvo un efecto de control del 90 %, esto se debe a la poca área utilizado y bajo densidad de las malezas, asimismo al respecto KOGAN y PÉREZ (2003), afirman que el Paraquat es un herbicida de contacto, no selectivo, de acción rápida y con un limitado movimiento en el apoplasto, HANCE (1991), hace referencia que el Paraquat, tiene su sitio de acción primaria en el fotosistema I, inhibiendo el proceso de la fotosíntesis, además la UNIVERSIDAD DEL ESTADO DE KANSAS (2012), afirma que, un herbicida en el término más amplio se refiere a la suma total de todas las respuestas anatómicas, fisiológicas y bioquímicas que ocurre en la planta, como respuesta al herbicida; ratificando NUÑES, (2001), en un trabajo de investigación aplicando a una dosis de 4 L/ha tubo un efecto de control del 67.5 %, coincidiendo con ROJAS (2010), aplicando a una dosis 3 L/ha tubo un efecto de control de 73.75 %, debido a la misma cantidad de herbicida utilizado según

RAMIRES (2008) en trabajo de investigación aplicando 3 L/ha de Glifosato tuvo un efecto de control de 81.25 %. Esta variabilidad de resultados en el control de malezas se debe a la época de aplicación, momento, densidad de malezas en el campo experimental y formulación del herbicida.

A los 30 días los tratamientos T<sub>1</sub> (Machete) y T<sub>2</sub> (Motoguadaña), no difirieron estadísticamente entre ellos, la ventaja de cada uno es el número de jornales empleados y el más rentable es T<sub>2</sub> (Motoguadaña), cuando se trata controlar grandes extensiones de malezas GARCÍA y FERNÁNDEZ (1991), coincidiendo con HANEY *et al.*, (1999), mencionan la forma mas adecuadas en malezas es el control químico, asimismo PYTTY y CUÑAZ (1995) afirman, que los herbicidas actúan de forma rápida e inmediata aun mas cuando las condiciones climáticas y edáficas son favorables, en los trabajo de investigación realizados por NUÑES, (2001) el Glifosato tuvo un efecto de control de 63.4 %, además GAVIDIA (2001) sostiene que el Glifosato tuvo un efecto de control de 80.40 % y el Gramoxone de 31.47 %, pero sin embargo RAMÁRES (2008) tuvo el siguiente resultado para Glifosato con 81.25 %, Gramocil con 70 % y Paraquat; 81 %

En el Cuadro 8, a los 45 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas, de acuerdo a la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), se observa que el tratamiento de mayor porcentaje de control corresponden al T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron) con 100 % de control a los 45 días y T<sub>4</sub> (Glifosato), con un porcentaje de control de 98.75 % a los 60 días, llegaron ambos a su máximo porcentaje de

control, la superioridad del tratamiento T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron) se atribuye a la formulación del herbicida, en este caso a la combinación de los ingredientes activos, el Paraquat que es un herbicida de contacto y el Diuron un herbicida sistémico, ocasionan un efecto de sinergismo positivo, lo cual coincide con KOGAN y PÉREZ (2003) mencionan que el Paraquat es un herbicida del grupo de los Bipyridilos, no selectivo, de contacto (quemante) y de amplio espectro, capaz de controlar todo tipo de malezas de hoja ancha, gramíneas anuales, perennes y ciperáceas, asimismo RAMÁRES (2008) en un trabajo de investigación sostiene que los herbicidas tuvieron el siguiente efecto de control Paraquat 82.50 %, Gramocil con 42.50 % y Glifosato 0.00 %; se debe a la cantidad de herbicida aplicado en un área mas pequeña, además NUÑES, (2001), en un trabajo de investigación con Paraquat a una dosis de 4 L/ha tuvo un efecto de control de 65.4 %, sin embargo ROJAS (2010), con Glifosato a una dosis de 3 L/ha, con un efecto de control de 51.25 %, pero las investigaciones hechas por RAMÁRES (2008) con estos herbicidas tuvo el siguiente efecto de control: Paraquat 82.50 %, Gramocil con 42.50 % y Glifosato 0.00 %.

Dentro del Gramocil el Paraquat es el único que ejerce acción herbicida. Además el sinergismo de ambos ingrediente ocasiona modificación en la velocidad de la fotosíntesis, retrasando la destrucción celular y proporcionando mejor distribución del Paraquat mientras que el Diuron ha sido adicionado a una concentración baja al Gramocil, no para que tenga acción como herbicida sino para retrasar la fotosíntesis, lo cual permitiría el movimiento del Paraquat dentro

de la planta (KOGAN y PÉREZ, 2003). Además la inferioridad del Glifosato frente a la acción sinérgica del Paraquat con el Diuron puede deberse a múltiples factores corroborando con GARCÍA y FERNÁNDEZ (1991), afirman que las diferencias entre los tratamientos, están básicamente influenciadas por el modo de acción de los herbicidas, el ingrediente activo, dosis utilizadas, factores climáticos y susceptibilidad de las malezas.

#### **4.2. Del poder residual de los tratamientos.**

De los resultados del análisis de varianza Cuadro 9, se presentan los datos en porcentaje del poder residual de las malezas en el cultivo de cacao, a los 75, 90, 105 y 120 días después de la aplicación de los herbicidas:

- Para el efecto de los bloques no existe significación estadística, por tener efectos similares en el control de malezas.

- En cuanto a los tratamientos, al menos un tratamiento difiere del resto en el poder residual de las malezas en el cultivo de cacao. Estos resultados permiten afirmar que, los herbicidas tuvieron efectos de control diferentes unos de otros. Figura 2.

- Los coeficientes de variabilidad a los 75, 90, 105 y 120 días fueron: 2.16, 3.78, 4.71 y 6.45 (%) respectivamente para el poder residual de las malezas en el cultivo de cacao, son aceptables para las condiciones del presente experimento, es decir que a medida que disminuye el poder residual, se debe que los herbicidas pierden su efecto conforme transcurre el tiempo.

**Cuadro 9.** Resumen de varianza del efecto residual de malezas en el cultivo de cacao a los 75, 90,105 y 120 días después de la aplicación de los herbicidas.

Fuente variación	Cuadrados medios									
	Días después de la aplicación de los herbicidas									
	G.L	75 días		90 días		105 días		120 días		
Bloques	3	2.15	N.S	1.56	N.S	0.78	N.S	0.15	N.S	
Tratamientos	5	7001.61	A.S	4000.34	A.S	2224.16	A.S	1217.24	A.S	
Error experimental.	15	1.22		1.00		0.54		0.48		
Total	23									
C.V. (%)		2.16		3.78		4.71		6.45		

N. S. = No existe significación estadística.

A. S. = Altamente significativo

**Cuadro 10.** Resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) del poder residual de las malezas en el cultivo de cacao a los 75, 90, 105 y 120 días después de la aplicación de los herbicidas.

Días después de la aplicación de herbicidas											
75 días			90 días			105 días			120 días		
Clave	Prom.	Sig.	Clave	Prom.	Sig.	Clave	Prom.	Sig.	Clave	Prom.	Sig.
T <sub>5</sub>	90.0000	a	T <sub>5</sub>	70.2500	a	T <sub>5</sub>	51.2500	a	T <sub>5</sub>	40.2500	a
T <sub>4</sub>	90.0000	a	T <sub>4</sub>	60.2500	b	T <sub>4</sub>	40.2500	b	T <sub>4</sub>	24.2500	b
T <sub>3</sub>	50.0000	b	T <sub>3</sub>	25.0000	c	T <sub>3</sub>	2.5000	c	T <sub>3</sub>	0.0000	d
T <sub>1</sub>	87.50	c	T <sub>1</sub>	3.2500	d	T <sub>1</sub>	0.0000	d	T <sub>1</sub>	0.0000	d
T <sub>2</sub>	7.0000	d	T <sub>2</sub>	0.0000	e	T <sub>2</sub>	0.0000	d	T <sub>2</sub>	0.0000	d
T <sub>6</sub>	0.0000	e	T <sub>6</sub>	0.0000	e	T <sub>6</sub>	0.0000	d	T <sub>6</sub>	0.0000	d

Tratamientos unidos por una sola letra en la columna, no existe significación estadística; en cambio tratamientos por diferente letra existe significación estadística.

T<sub>1</sub> = Manual (machete)

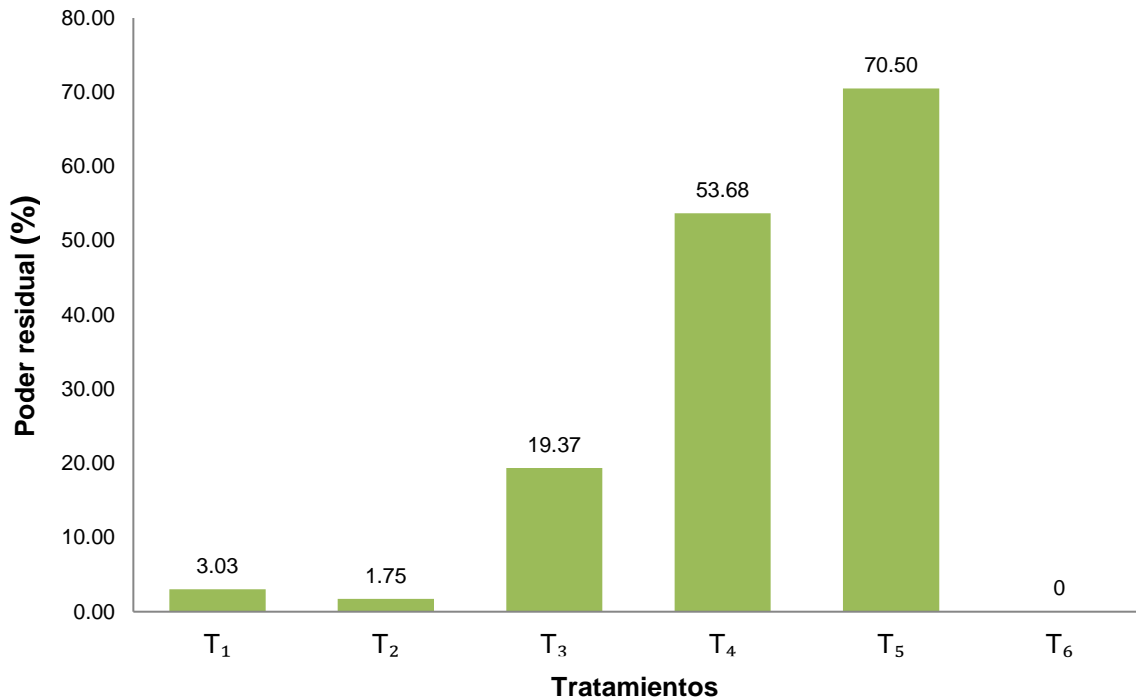
T<sub>3</sub> = Paraquat 3 L

T<sub>5</sub> = Gramocil 3 L

T<sub>2</sub> = Mecánico (motoguadaña)

T<sub>4</sub> = Glifosato 3 L

T<sub>6</sub> = Testigo absoluto (sin control)



T<sub>1</sub> = Manual (machete)      T<sub>3</sub> = Paraquat 3 L      T<sub>5</sub> = Gramocil 3 L  
T<sub>2</sub> = Mecánico (motoguadaña)      T<sub>4</sub> = Glifosato 3 L      T<sub>6</sub> = Testigo absoluto (sin control)

**Figura 2.** Efecto del poder residual de los herbicidas en malezas en el cultivo de cacao.

En el Cuadro 10, se presenta el resumen de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) del poder residual a los 75 días después de la aplicación de los herbicidas, se puede observar que los tratamientos T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron) y T<sub>4</sub> (Glifosato), tienen un efecto similar del 90 % de residualidad, se debe que ambos herbicidas llegaron a su límite máximo de control coincidiendo con GOMBES (1993) sostiene que un herbicida se puede definir como un producto químico-fitotóxico para las plantas por tener un poder residual de acuerdo con el ingrediente; CERNA (1994), afirma para que un herbicida realice acción fitotóxica y residualidad es necesario

que haya contacto y penetración en la planta. En un trabajo realizado por RAMÁRES (2008), en Tingo María menciona el poder residual de los herbicidas fueron: Paraquat con 100.00 %, Gramocil 60.25 % y Glifosato 42.50 %, esto se debe a que el experimento fue realizado en una época de mayor precipitación, por lo tanto las condiciones edafoclimáticas fueron favorables; pero sin embargo ROJAS (2010), a una dosis de 3 L/ha tuvo un poder residual del 20 %.

A los 90 días después de la aplicación de los herbicidas, se puede observar que los tratamientos T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron) 3 L/ha y T<sub>4</sub> (Glifosato) 3 L/ha, alcanzaron porcentajes 70.25 y 60.25 %, asimismo se observa que el T<sub>2</sub> (Motoguadaña) ya no tiene efecto de control, y su valor es cero, sin embargo ROJAS (2010), en una investigación con Glifosato tuvo el 0.00 % de poder residual, coincidiendo con RAMÍRES (2008) en un trabajo de investigación tubo los siguientes efecto de control: Paraquat con 100.00 %, Gramocil con 55 % y Glifosato con 77.50 % esto se debe a la formulación y características del herbicida.

A los 105 días después de la aplicación de los herbicidas, se observar que los tratamientos T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron) 3 L/ha y T<sub>4</sub> (Glifosato) 3 L/ha, obtuvieron porcentajes de 51.25 y 40.25 % respectivamente, lo que significa que van disminuyendo su control conforme transcurre el tiempo, siendo los tratamientos con mejor efecto residual el T<sub>3</sub> (Paraquat), va perdiendo su residualidad, debido a que el Paraquat no tiene efecto en el suelo coincidiendo con KOGAN y PÉREZ (2003), quienes afirman que los bipyridilos tienen carga de naturaleza positiva, por lo que

se fija fuertemente a los coloides suelo, además ROJAS (2010), el Glifosato tuvo el 0.00 % de poder residual en las tres dosis de 2, 3 y 4 L/ha.

Por otra parte, la reducción de los herbicidas se debe a factores edáficos como la textura y el pH del campo experimental, con suelos pesados, se produciría retención de herbicidas por las partículas a través de las arcillas (CERNA, 1994).

A los 120 días después de la aplicación de los herbicidas, se observa que el T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron) 3 L/ha y T<sub>4</sub> (Glifosato) 3 L/ha, con 40.25 y 24.25 % respectivamente, alcanzaron valores altos de residualidad, difiriendo de los demás tratamientos que no tuvieron efecto de control alguno; La persistencia del T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron) puede atribuirse al mecanismo de acción del mismo herbicida, se deduce que el Diuron tiene efecto residual en el suelo, coincidiendo con HANCE (1991), quien menciona que las ureas son derivados del ácido úrico, la mayoría de las ureas sustituidas tienen características en común con las Triazinas, pero su persistencia en el suelo, a dosis selectivas en el cultivo de cacao tiende a ser menor entre 3 a 6 meses, según (PAYSON, 2003) respecto al Gramocil se puede decir que la mayor residualidad del herbicida se atribuye a que existe una acción conjunta, el Diuron se comporta como un sistémico, actuando a nivel de la formación de las proteínas.

Por otro lado se observa que el T<sub>4</sub> (Glifosato), tiene un poder residual inferior al T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron), esto se atribuye a la dosis media de 3 L/ha, que

se utilizó, corroborando con lo que dice KOGAN y PÉREZ (2003), quienes afirman que uno de los factores para que el Glifosato no tenga un efecto significativo puede ser que a dosis bajas tienen un menor efecto en especial si se utilizan volúmenes exagerados de agua, por el contrario ésta aumenta su eficacia cuando aumenta la dosis y aplicamos volúmenes normales de agua. Por otro lado investigaciones hechas por VIERA y GONZÁLES (2010), indican que los herbicidas sistémicos como el Glifosato pierden su efecto residual a los 120 días después de la aplicación de los herbicidas.

#### **4.3. Del análisis económico**

Analizando los costos por tratamiento, respecto al efecto de control y efecto residual (Cuadro 11), se observa que el (T<sub>3</sub>) Paraquat 3 L/ha pese a que realizó un buen control, llegando a 98.75 % a los 60 días, resultó antieconómico ya que su costo fue de S/. 2,67 por día de control, además de su poder residual de 65 días sin embargo el Glifosato 3 L/ha (T<sub>4</sub>) que obtuvo un control de 1.83 % a los 75 días, con un poder residual de 85 días presentó menor costo de aplicación, siendo de S/. 1.83 por día de control, lo que se puede atribuir al precio del Glifosato (S/. 22) es menor que el Paraquat (S/. 28), lo que permite recomendar al agricultor, Glifosato a una dosis de 3 L/ha.

El costo del tratamiento T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron (Gramocil) 3 L/ha (S/. 2. 33), resultó mayor respecto a los tratamientos con herbicidas, lo cual obtuvo un potencial de control de 100 % a los 45 días, teniendo en cuenta el precio del producto de (S/. 40.00), que es relativamente mas caro que los demás herbicidas;

Respecto al control mecánico (T<sub>2</sub>) tuvo un buen control en las dos primeras semanas del experimento, presentando un costo de S/. 8.00 esto resulta económico por lo que se utiliza una mínima cantidad de jornales, pero tiene poco poder residual, que llega a los 90 días. Estos resultados permiten decidir por el T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron) a 3 L/ha como primera opción para controlar malezas en cacao, seguido del control mecánico ya que resulta económico en comparación con el resto de tratamientos, pero con mayor énfasis el control químico donde se emplea herbicidas sistémicos, que respetando los límites de tolerancia de cada especie de cultivo han demostrado una alta eficiencia.

**Cuadro 11.** Parámetros para determinar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

Clave	A. Precio del producto (S/.)	B. Costo de alquiler		C. Mano de obra		D. costo total (S/.)	E. potencial de control %	F. poder residual (día)	G. costo del tratamiento/día (S/.)	
		a. N°	b. Costo (S/.)	a'. (Jornal)	b'. Precio (S/.)					
T <sub>1</sub>	0	2	Machete	12	12	30	384	89.00	21	18.29
T <sub>2</sub>	0	1	Motoguadaña	30	3	30	120	81.00	15	8.00
T <sub>3</sub>	28 (3)			10 (3)	2	30	174	98.75	65	2.67
T <sub>4</sub>	22 (3)			10 (3)	2	30	156	98.75	85	1.83
T <sub>5</sub>	40 (3)			10 (3)	2	30	210	100.00	90	2.33
T <sub>6</sub>	0			0	0	0	0	0.00	0	0.00

B = a x b

C = a' x b'

D = A + B + C

G = D/F

T<sub>1</sub> = Manual (machete)

T<sub>3</sub> = Paraquat 3 L

T<sub>5</sub> = Gramocil 3 L

T<sub>2</sub> = Mecánico (motoguadaña)

T<sub>4</sub> = Glifosato 3 L

T<sub>6</sub> = Testigo absoluto (sin control)

### **A. Del pH del agua**

El pH del agua no influyó en el control de malezas, con ninguno de los herbicidas, al usar la dosis recomendada por los fabricantes, por lo tanto, lo más correcto es medir la dureza del agua y no su pH, ya que la dureza da una medida del grado de acoplamiento de los iones de calcio y magnesio con los herbicidas. En química, el agua calcárea o agua dura por contraposición al agua blanda es aquella que contiene un alto nivel de minerales, en particular sales de magnesio y calcio, se da como límite para denominar agua dura, cuando la dureza es superior a 120 mg CaCO<sub>3</sub>/L.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se concluye que:

1. Para el efecto fitotóxico de los herbicidas en el control de malezas el tratamiento T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron), mostró mayor efecto de control de 100 % a los 45 días a una dosis media de 3 L/ha, seguido por el T<sub>4</sub> (Glifosato), con 96.25 % a una dosis media de 3 L/ha, Además el tratamiento T<sub>2</sub> (Mecánico) mostró menor efecto de control con un 40 %.
2. El tratamiento de mayor efecto residual fue T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron), tuvo efecto hasta los 120 días después de la aplicación de los herbicidas con un 40.25 %; mientras tanto el T<sub>3</sub> (Paraquat), pierde su efecto residual a los 105 días después de la aplicación de los herbicidas.
3. Para el análisis económico el tratamiento T<sub>4</sub> (Glifosato), a una dosis media de 3 L/ha, presentó menor costo (S/ 1.83), siendo la primera opción a elegir para control de malezas en el cultivo de cacao; como segunda opción se puede preferir el tratamiento T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron), que tiene un costo de S/. 2.33 y por último el tratamiento T<sub>3</sub> (Paraquat), a una dosis de 3 L/ha, que tienen un costo de S/. 2.67.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Para control de malezas en el cultivo de cacao en Tingo María, se recomienda como primera opción, aplicar T<sub>4</sub> (Glifosato) a una dosis media de 3 L/ha cuando se tiene grandes extensiones de cacao y como segunda opción el T<sub>1</sub> (Manual), para pequeñas extensiones de cacao.
2. Realizar experimentos con diferentes dosis y coadyuvantes para determinar su efecto potenciador de los herbicidas usados.
3. Repetir el ensayo en época de mayor precipitación, con el fin analizar el efecto de control y poder residual de los herbicidas en estudio, además para ver las ventajas y desventajas del control manual y mecánico.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo de tesis se llevó a cabo del 14 de julio al 21 de noviembre del 2013 en los terrenos del CIPTALD de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en la segunda antena 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, cuyas coordenadas de UTM, son: Zona latitud: 18 L; Metros Este: 0385397; Metros Norte: 8990216; altitud de 600 msnm.; los objetivos fueron: (1) analizar el efecto fitotóxico de los herbicidas en el control de malezas en el cultivo de cacao, (2) evaluar el poder residual de los herbicidas (contacto, sistémico y doble acción), en el control de malezas del cultivo de cacao y (3) determinar el costo económico para los tres métodos de control de malezas (manual, mecánico y químico), 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 componentes en estudio estuvieron representado por tres tipos de herbicidas (contacto sistémico y doble acción) y el cultivo de cacao con un distanciamiento de siembra de 1.5 m entre plantas 3.0 m surcos. El diseño experimental empleado fue bloque completamente al azar, utilizándose la prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el análisis estadístico. Las observaciones registradas fueron: determinación del efecto de control, determinación del poder residual y determinación del análisis económico.

Los resultados indican que el tratamiento T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron), mostró mayor efecto de control de 100 % a los 45 días a una dosis media de 3 L/ha, seguido por el T<sub>4</sub> (Glifosato), con 96.25 % a una dosis media de 3 L/ha, Además el tratamiento T<sub>2</sub> Mecánico (motoguadaña) mostró menor efecto de control con un 40 %. Además para el efecto residual, el tratamiento de mayor persistencia fue T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron), que tuvo efecto hasta los 120 días después de la aplicación de los herbicidas con un porcentaje de 40.25 %, mientras tanto el T<sub>3</sub> (Paraquat), pierde su efecto residual a los 105 días después de la aplicación de los herbicidas y para el análisis económico el tratamiento T<sub>4</sub> (Glifosato), a una dosis media de 3 L/ha, presentó menor costo (S/ 1.83), siendo la primera opción a elegir para el control de malezas en el cultivo de cacao; como segunda opción se puede preferir el tratamiento T<sub>5</sub> (Paraquat + Diuron), que tiene un costo de S/. 2.33 y por último el tratamiento T<sub>3</sub> (Paraquat), a una dosis de 3 L/ha, por tener un costo de S/. 2.67.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALAM, 1974. Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. Resumen del panel sobre Método de Evaluación de Control de Malezas en Latinoamérica. II. Congreso ALAM, Cali, Colombia. Enero. pp. 6 – 12.
2. ALSTROM, S. 1990. Fundamentals of weed management in hot climate peasant agriculture. Crop Production Science 11, Uppsala, 271 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s05.htm>
3. BENITO, J. 1992. Tecnificación del cacao en la Selva Peruana. Fundación para el desarrollo Agro (FUNDEAGRO). Editorial Grafia S. A. Lima, Perú. 155 p.
4. CALZADA, J. 1969. Introducción a la estadística. Editorial Jurídica. Universidad de Texas, Estados Unidos 244 p.
5. CERNA, B. 1994. Manejo mejorado de malezas. CONCYTEC.. Trujillo Perú. Libertad E.I.R.L. 320 p.
6. CHARLES, D. 2006. Manual de identificación y manejo de malezas. [En Línea]: ([www.isg.org/database/species/Control\\_Malezas\\_2006\\_LR.pdf](http://www.isg.org/database/species/Control_Malezas_2006_LR.pdf) 22 Jun. 2014).
7. CHÁVEZ, A. y MANSILLA, J. 2004. Manual del cultivo de cacao. Ministerio de Agricultura – Pro-Amazonía. [En Línea]: UNAS, ([http://www.econegociosagrícolas.com/ena/files/Manual\\_del\\_cultivo\\_de\\_cacao\\_2004.pdf](http://www.econegociosagrícolas.com/ena/files/Manual_del_cultivo_de_cacao_2004.pdf), 6 Nov. 2012).

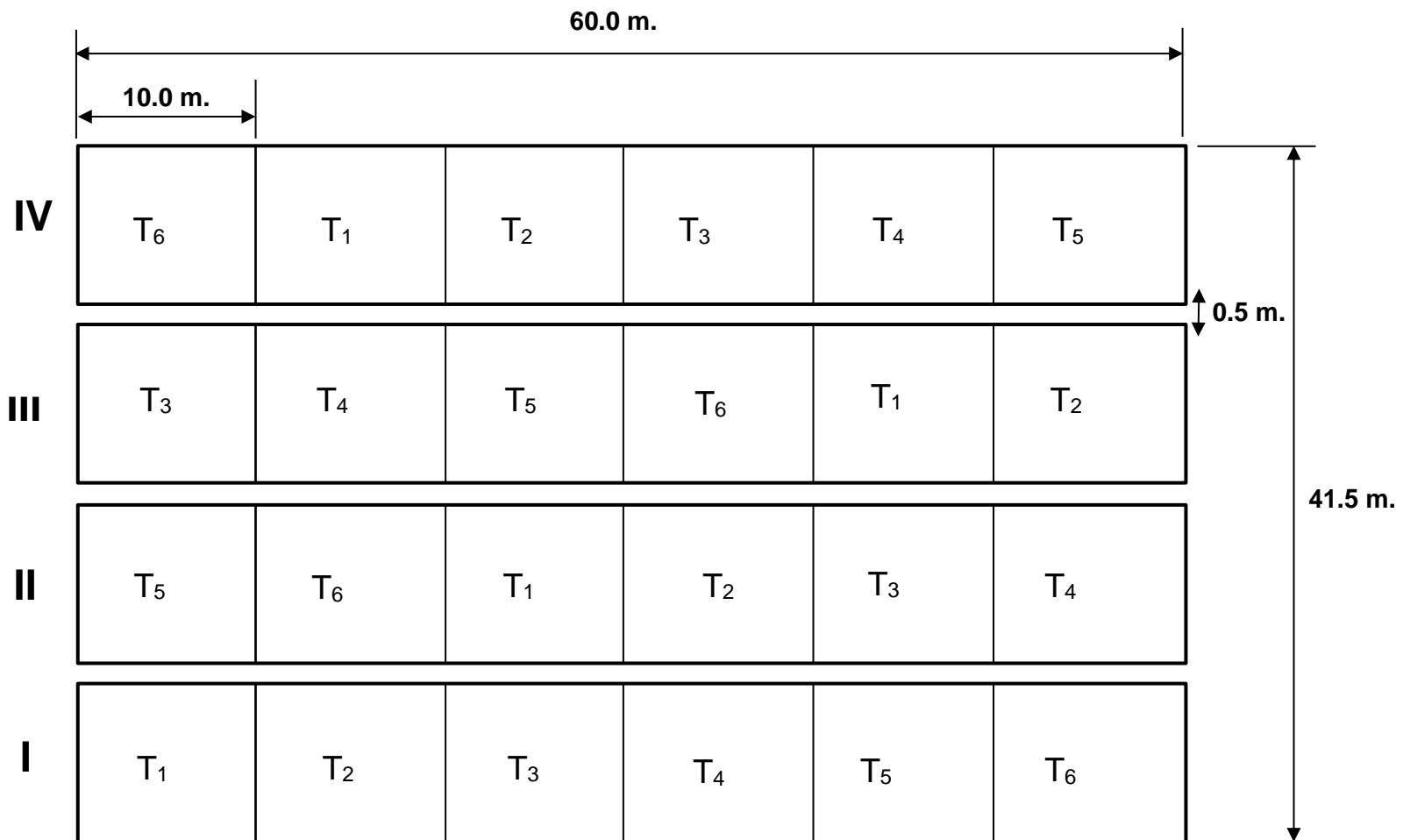
8. ETINNOT, A. 1993. Pulverizaciones terrestres en Jornada "Aplicación Terrestre". Edit. Etinnot AE. Rosario, Argentina. 20 p.
9. GARCÍA, T. y FERNÁNDEZ, Q. 1991. Fundamento de la mala hierba y herbicidas. Editora Mundi Prensa. Madrid, España. 196 p.
10. GAVIDIA, M. 2001. Evolución de cuatro herbicidas y dos dosis de Sanson (Nicosulfuron) en el cultivo de maíz (*Zea maíz* L.) variedad M – 28 en Tingo María 76 p.
11. GOMBES, B. 1993. Control químico de malezas. Edit Trillas. México 250p.
12. GUADALUPE, G. 1993. Control químico de malezas, Editorial Trillas. México. 186 p.
13. GUAVRIT, Ch. y CABANNE, F. 1993. Oil for weed control. Uses and mode of action, Pesticides Science. 37: 147 – 153.
14. GUNSOLUS, J. y CURRAN, W. 1996. Modo de acción del herbicida y síntomas de daño (Publicación del Norte Central Regional). Universidad de Minnesota Servicio de Extensión. St Paul, MN, Estados Unidos. 22 p.
15. HANEY, L.; SENSEMAN y ZUBERER.1999. Efecto del Glifosato sobre la actividad microbiana del suelo. Editada. Sociedad Científica de América. Carolina del Norte, Estados Unidos. 215 p.
16. HANCE, W. 1991. Manual de los Herbicidas. 6<sup>ta</sup>. edición. Editorial Ciencias de la Maleza, .California, Estados Unidos. 260 p.
17. HELGOTTS, L. 1980. Control de malezas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 46 p.

18. 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.
19. KACZEWER, J. 2002. Toxicología del Glifosato. Riesgos para la salud Humana. Universidad Nacional de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 66 p.
20. 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.
21. LEIVA, P. 1995. Manejo en la deriva en la aplicación de agroquímicos. Carp. Produc. Vegetal. INTA, EEA. Pergamino, SERIE: Generalidades, Tomo XIV (Información N° 139, Setiembre, Ed: Puig.). Lima, Perú 6 p
22. MEDRANO, C. 1996. Control de malezas en frutales. Rev. Fac. Agron. (Maracay), Alcance 50: Maracaibo, Venezuela. p. 131- 140.
23. MERER, P. 1988. The safe and effective use of pesticides. (Statewide Integrated Pest Management Project) (Series Ed: Flint, ML Compendium 1, Pub. N° 3324) Division of Agriculture and Natural Resources, UCLA. California, Estados Unidos. 387 p.
24. MONTOYA, R. 1977. Comparativo del control de malezas en áreas libres. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 78 p.
25. MOLINA, A. 1964. Presedings of the American Society for orticultural Science. Caribbean region Pp. 182 - 183

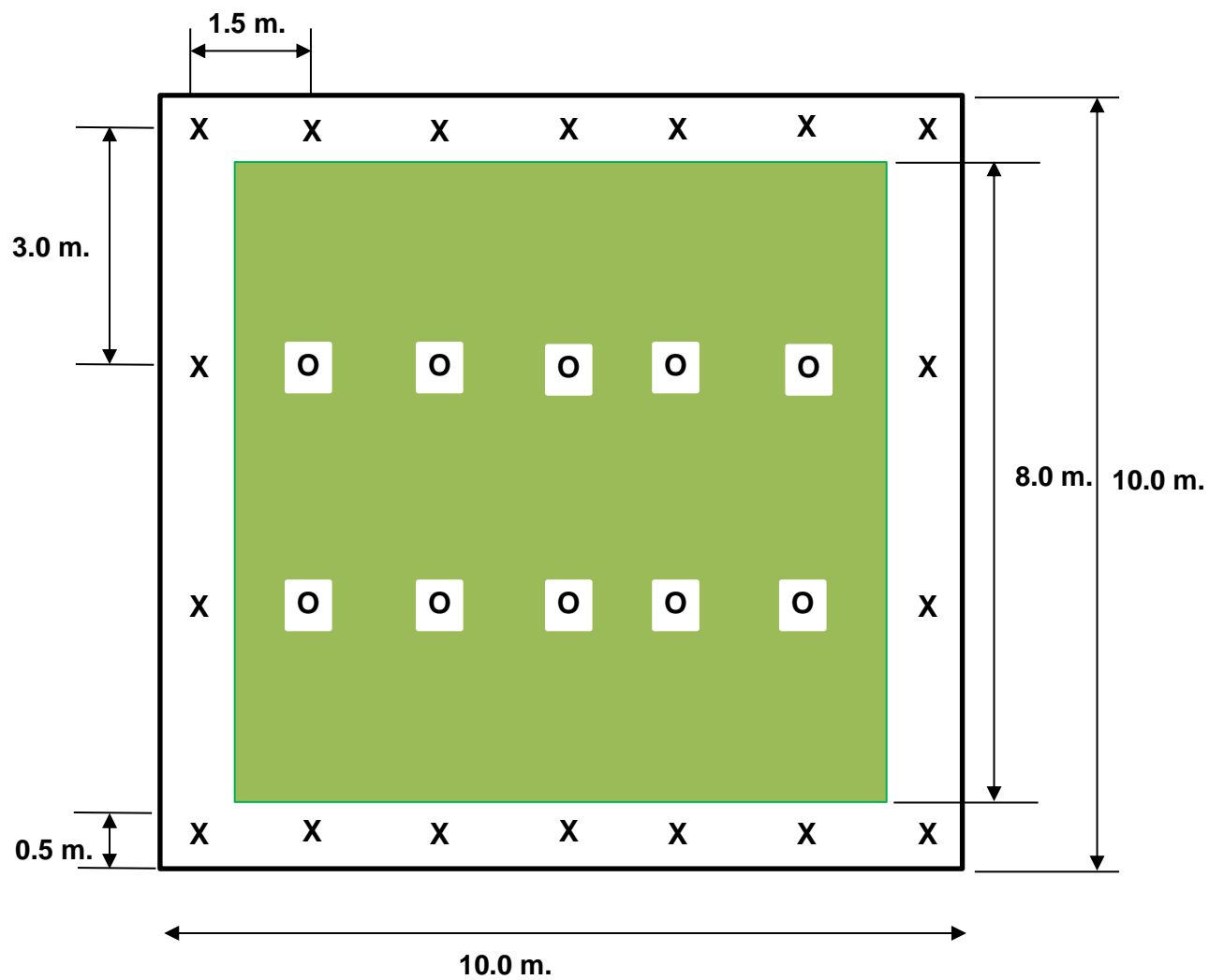
26. NUÑES, J. 2001. Comparativo de cuatro herbicidas en el control de malezas en arroz (*Oriza sativo* L.) variedad Capirona bajo riego en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 94 p.
27. PAYSON, T. 2003. Características fisicoquímicas de los herbicidas como el Paraquat. (<http://www.media.payson.tulane.edu/spanish.htm>, Document publicado, 21 Set. 2003).
28. PETROFF, R. 2000. Water Quality and Pesticide Performance. Montana State University Extensión Service. California Estados Unidos. 24 p.
29. PYTTY, A. y CUÑAZ, B. 1995. Modo de acción de fitotoxicidad de los herbicidas. escuela agrícola panamericana zamorano. Honduras. 63 p.
30. 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.
31. ROJAS, E. 2010. Potencialidad del Glifosato en mezcla con un surfactante y un regulador de pH en el control de malezas en cítricos en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 113 p.
32. RAMOS, S. 1986. Control químico en post-emergencia de gramíneas perennes en un campo de cítricos. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 73 p.

33. RODRÍGUEZ, E. 2009. Combate y control de malezas. [En línea]: FAO (<http://www.plagas-agricolas.info.ve/doc/htcc/tineo.htcc>, 30 Mar. 2009.)
34. SILVA, F; RODRÍGUEZ, O; DÍAS, G. y BAUTISTA M. 2005. Efectividad Biológica de un derivado del ácido graso para el control de *Macrosiphum rosae* L. (Homoptera afididae) y *Tetranychus urticae* Koch. *Agrociencia* 39: p. 319 – 325.
35. SOTO, R. 1980. Control del helecho macorilla (*Pteridium equidium*) en la zona de Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 132 p.
36. TEOLARA, P. 2011. combate y control de malezas, [En línea]: Elsevier Sciene, (<http://udoagricola.orgfree.com/V9N4UDOAg/V9N4Soltero831.htm>, 04 May. 2011).
37. UNIVERSIDAD DEL ESTADO DE KANSAS. 2012. El modo de acción del herbicida. C-715. Estación Experimental Agrícola de la Universidad del Estado de Kansas y el Servicio de Extensión. [En línea]: (<http://www.ksre.ksu.edu/library/crpsl2/c715.pdf>, 06 Abr. 2013)
38. VIERA, M. y GONZÁLES, H. 2010. Efecto de tres herbicidas sistémicos en el control de gramíneas en el cultivo de cítricos. Tingo María, Universidad Nacional Agraria de la Selva .40 p.
39. VILLARIAS, J. 1992. Atlas de malas yerbas Mundi – Prensa. Madrid, España. 33 p.

## **IX. ANEXO**



**Figura 3.** Croquis del campo experimental.



X = Plantas de borde.

O = Plantas de la parcela neta

Distanciamiento de siembra = 3 m x 1.5 m.

**Figura 4.** Detalle de la parcela experimental

**Cuadro 12.** Porcentaje del control de malezas a los 7 días después de la aplicación de los herbicidas.

Tratamiento	Repetición				$\Sigma$	Prom.
	I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	88	89	89	90	356	89.00
T <sub>2</sub>	81	83	78	82	324	81.00
T <sub>3</sub>	64	65	63	63	255	63.75
T <sub>4</sub>	33	30	32	30	125	31.25
T <sub>5</sub>	69	73	75	73	290	72.50
T <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	0.00
					1350	337.50

**Cuadro 13.** Porcentaje del control de malezas a los 15 días después de la aplicación de los herbicidas.

Tratamiento	Repetición				$\Sigma$	Prom.
	I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	80	81	81	80	322	80.50
T <sub>2</sub>	71	67	71	72	281	70.25
T <sub>3</sub>	86	86	84	84	340	85.00
T <sub>4</sub>	48	49	49	49	195	48.75
T <sub>5</sub>	89	90	90	89	358	89.50
T <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	0.00
					1496	374.00

**Cuadro 14.** Porcentaje del control de malezas a los 30 días después de la aplicación de los herbicidas.

Tratamiento	Repetición				$\Sigma$	Prom.
	I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	50	53	54	52	209	52.25
T <sub>2</sub>	51	47	49	51	198	49.50
T <sub>3</sub>	99	99	99	98	395	98.75
T <sub>4</sub>	93	90	90	90	363	90.75
T <sub>5</sub>	93	94	90	96	373	93.25
T <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	0.00
					1538	384.5

**Cuadro 15.** Porcentaje del control de malezas a los 45 días después de la aplicación de los herbicidas.

Tratamiento	Repetición				$\Sigma$	Prom.
	I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	43	44	43	45	175	43.75
T <sub>2</sub>	40	40	40	40	160	40.00
T <sub>3</sub>	85	88	88	89	350	87.50
T <sub>4</sub>	97	97	96	95	385	96.25
T <sub>5</sub>	100	100	100	100	400	100.00
T <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	0.00
					1470	367.5

**Cuadro 16.** Porcentaje del control de malezas a los 60 días después de la aplicación de los herbicidas.

Tratamiento	Repetición				$\Sigma$	Prom.
	I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	13	12	13	12	50	12.50
T <sub>2</sub>	10	10	9	9	38	9.50
T <sub>3</sub>	80	80	80	80	320	80.00
T <sub>4</sub>	99	99	99	98	395	98.75
T <sub>5</sub>	100	99	100	98	397	99.25
T <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	0.00
					1200	300.00

**Cuadro 17.** Porcentaje del control de malezas a los 75 días después de la aplicación de los herbicidas.

Tratamiento	Repetición				$\Sigma$	Promedio
	I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	8	9	9.5	9	35.5	8.87
T <sub>2</sub>	7	7	7	7	28	7.00
T <sub>3</sub>	50	50	47.5	52	199.5	49.87
T <sub>4</sub>	90	90	90	90	360	90.00
T <sub>5</sub>	90	88	92	90	360	90.00
T <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	0.00
					983.5	245.75

**Cuadro 18.** Porcentaje del control de malezas a los 90 días después de la aplicación de los herbicidas.

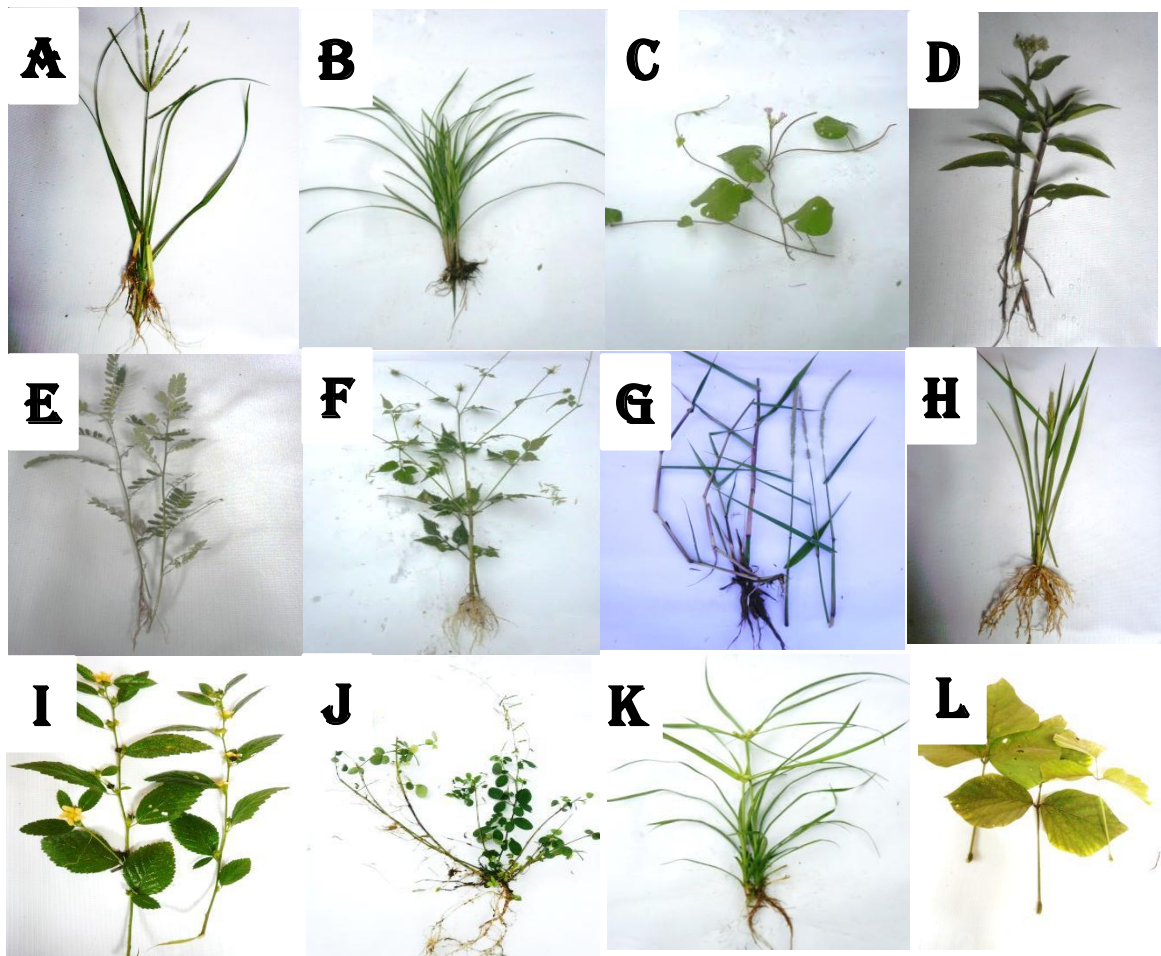
Tratamiento	Repetición				$\Sigma$	Promedio
	I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	4	3	3	3	13	3.25
T <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0.00
T <sub>3</sub>	25	25	25	25	100	25
T <sub>4</sub>	58	62	60	61	241	60.25
T <sub>5</sub>	70	72	69	70	281	70.25
T <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	0.00
					635	158.75

**Cuadro 19.** Porcentaje del control de malezas a los 105 días después de la aplicación de los herbicidas.

Tratamiento	Repetición				$\Sigma$	Promedio
	I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0.00
T <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0.00
T <sub>3</sub>	3	2	3	2	10	2.50
T <sub>4</sub>	40	40	42	39	161	40.25
T <sub>5</sub>	51	53	51	50	205	51.25
T <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	0.00
					376	94.00

**Cuadro 20.** Porcentaje del control de malezas a los 120 días después de la aplicación de los herbicidas.

Tratamiento	Repetición				$\Sigma$	Promedio
	I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0.00
T <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0.00
T <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0.00
T <sub>4</sub>	24	24	24	26	98	24.50
T <sub>5</sub>	40	42	40	39	161	40.25
T <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	0.00
					259	64.75



**Figura 5.** Relación del complejo de malezas: *Digitaria sanguinalis* L. (Pata de gallina) (A), *Cyperus alternifolius* (Cortadera) (B), *Ipomoea purpurea* L. (Campanilla) (C), *Commelina erecta* L. (Commelina) (D), *Phyllanthus niruri* (Chanca piedra) (E), *Bidens pilosa* L. (Cadillo) (F), *Paspalum vaginatum* (grama de agua) (G), *Megathyrsus maximun* (Pasto guinea) (H), *Verbena officinalis* (Verbena) (I), *Desmodium tortuosum* (Pega pega) (J), *Cyperus rotundus* (Coquito) (K), *Pueraria phaseoloides* (Kudzú) (L).



**Figura 6.** Campo experimental antes de la aplicación de los herbicidas.



**Figura 7.** Campo experimental a los 60 días después de la aplicación de los herbicidas.



**Figura 8.** Campo experimental a los 120 días después de la aplicación de los herbicidas.

