

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“EFECTO COMPARATIVO DE TRES HERBICIDAS PARA
EL CONTROL DE MALEZAS EN CÍTRICOS EN
TULUMAYO – AUCAYACU”**

TESIS

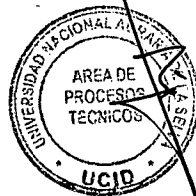
Para optar al título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

FRANCIS VARGAS RAMIREZ

TINGO MARÍA – PERÚ

2013



H60

V28

Vargas Ramírez, Francis

Efecto comparativo de tres herbicidas para el control de malezas en cítricos en Tulumayo – Aucayacu - Tingo María, 2013

65 páginas.; 10 cuadros; 02 figuras.; 25 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

1. HERBICIDAS

2. MUESTREO

3. MALEZAS

4. RESIDUAL

5. CITRICOS

6. REBROTE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



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

COMISIÓN DE TESIS Y EXAMEN PROFESIONAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N° 005/2012-FA-UNAS

BACHILLER : VARGAS RAMIREZ, FRANCIS

TÍTULO "EFECTO COMPARATIVO DE TRES HERBICIDAS DE
DIFERENTE ACCIÓN EN EL CONTROL DE MALEZAS EN
CÍTRICOS EN TULUMAYO - AUCAYACU"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Ing. M. Sc. MIGUEL ANTEPARRA PAREDES
VOCAL : Blgo. M. Sc. JOSÉ LUIS GIL BACILIO
VOCAL : Ing. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS
ASESOR : Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 25 DE SETIEMBRE DEL 2012

HORA DE SUSTENTACIÓN : 07:00 P.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA


CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

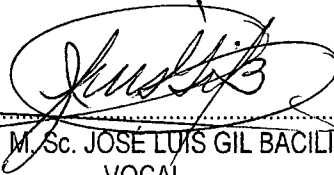
OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

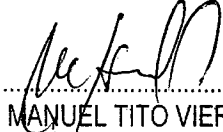
TINGO MARIA, 25 DE SETIEMBRE DEL 2012


.....
Ing. M. Sc. MIGUEL ANTEPARRA PAREDES
PRESIDENTE


.....
Ing. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS
VOCAL




.....
Blgo. M. Sc. JOSÉ LUIS GIL BACILIO
VOCAL


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

DEDICATORIA

A mí querida madre: Zelmith
por su paciencia y comprensión
y por haberme educado por el
buen camino con sus sabios
consejos para lograr mis
objetivos.

A mí querida esposa
Marglinda por las alegrías y
tristezas que juntos
compartimos, con todo mi
amor y gratitud eterna.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a:

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi Alma Mater, y docentes de la Facultad de Agronomía por su contribución en mi carrera profesional.

Al Ing. Manuel Viera Huiman, asesor del presente trabajo de tesis, por su orientación y valiosa colaboración.

A los miembros del jurado de tesis: Ing. M.Sc. Miguel Anteparra Paredes, Blgo. M.Sc. José Luis Gil Bacilio e Ing. Jaime Chávez Matías.

Y a todas aquellas personas que en forma desinteresada colaboraron en la culminación del presente trabajo de tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
2.1. Malezas	13
2.2. Morfología y fisiología de las malezas	13
2.3. Métodos de control de malezas	12
2.3.1. Control manual	13
2.3.2. Control mecánico	15
2.3.3. Control físico	15
2.3.4. Control químico	15
2.3.5. Control biológico.....	15
2.3.6. Control cultural	15
2.4. Herbicidas.....	15
2.4.1. Clasificación de los herbicidas	16
2.4.2. Relación herbicida con el medio ambiente	19
2.4.3. Selectividad de los herbicidas	20
2.4.4. Factores que afectan la efectividad de los herbicidas	20
2.5. Descripción de los herbicidas en estudio.....	23
2.5.1. Glifosato	23
2.5.2. Paraquat.....	26
2.5.3. Gramocil.....	28
2.6. Ensayos realizados con herbicidas en Tingo María.....	31

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1. Campo experimental.....	33
3.1.1. Ubicación.....	33
3.1.2. Historia del campo experimental	33
3.1.3. Características edafoclimáticas	34
3.2. Componentes en estudio.....	37
3.3. Tratamientos en estudio	37
3.4. Diseño experimental	38
3.5. Características del campo experimental.....	40
3.6. Plan de ejecución del experimento	41
3.6.1. Demarcación del campo experimental	41
3.6.2. Muestreo de suelo	41
3.6.3. Identificación taxonómica de las malezas en el campo experimental al inicio del experimento.....	41
3.6.4. Determinación del porcentaje de malezas.....	41
3.6.5. Equipos utilizados	42
3.6.6. Calibración del equipo	42
3.6.7. Aplicación de los tratamientos.....	43
3.7. Determinación del efecto fitotóxico de control	43
3.8. Determinación del efecto residual.....	44
3.9. Determinación del análisis económico.....	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. Efecto potencial de control de los tratamientos en estudio.....	45
4.2. Efecto residual de los tratamientos en estudio	49

4.3. Análisis económico de los tratamientos.....	55
V. CONCLUSIONES.....	58
VI. RECOMENDACIONES.....	59
VII. RESUMEN.....	60
VIII.BIBLIOGRAFÍA.....	61
IX. ANEXO.....	65

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Datos climatológicos registrados durante el periodo del experimento en el Centro Experimental Tulumayo (CIPTALD).....	34
2. Análisis físico – químico del suelo del campo experimental	35
3. Malezas registradas en la parcela al inicio del experimento, obtenida por el método visual del metro cuadrado	36
4. Descripción de los tratamientos en estudio.....	38
5. Esquema del análisis de variancia	39
6. Resumen del análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio. Datos transformados a $\text{Arcsen } \sqrt{\%}$	45
7. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el porcentaje de control a los 7, 14, 21, y 28 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	47
8. Resumen del análisis de variancia del porcentaje de rebrote de malezas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	50

9.	Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el porcentaje de rebrote de malezas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	51
10.	Análisis económico de los tratamientos en estudio (Valores expresados en S/. Nuevos soles	56
11.	Evaluación del poder residual de los herbicidas.....	66
12.	Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 7 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	66
13.	Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 14 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	67
14.	Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 21 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	67
15.	Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 28 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	68
16.	Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	68
17.	Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 45 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	69
18.	Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 60 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	69

19.	Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 75 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	70
20.	Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 90 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	70
21.	Datos originales del porcentaje de control de malezas durante los 28 días, datos para calcular el grado de control	71
22.	Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas desde los 30 días hasta los 90 días, datos para calcular el grado de rebrote	71

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Porcentaje de control de malezas a los 28 días después de la aplicación de los tratamientos (Datos originales del Cuadro 15)	54
2. Porcentaje de rebrote de malezas a los 90 días después de la aplicación de los tratamientos (Datos originales del Cuadro 20)	54
3. Croquis del campo experimental	72
4. Detalle de una parcela.....	72
5. Vista del campo experimental antes de realizar el trabajo de tesis	73
6. Vista del desmalezamiento a 25 cm de altura aproximadamente, del campo experimental antes de realizar el trabajo de tesis	73
7. Vista del rótulo del trabajo de tesis.....	74
8. Vista del testigo absoluto.....	74
9. Vista de quemaduras producidas por la aplicación de un herbicida de doble acción	75
10. Vista de quemaduras producidas por la aplicación de un herbicida sistémico.....	75

I. INTRODUCCIÓN

Las malezas son plantas muy tolerantes y muchas veces resistentes a diferentes alteraciones del medio ecológico, compiten fácilmente y en forma ventajosa con los cultivos por su fácil germinación, capacidad de dormancia y habilidad de sobrevivir.

En los cultivos de cítricos uno de los factores que limitan el rendimiento son las malezas que pueden llegar hasta 40% de pérdidas en la cosecha, debido a que compiten por nutrientes, luz, agua y espacio vital.

En nuestra zona, el cultivo de cítricos es importante debido a que aporta vitamina C que es muy elemental en la salud humana, porque previene enfermedades respiratorias como la gripe y es por eso que el control de malezas es de importancia económica. Uno de los métodos es manual, es más ecológico pero la mano de obra es alta; otra forma es la mecánica y por consiguiente el precio del alquiler de maquinarias es regular; la otra forma es mediante el uso de químicos y en este caso disminuye la mano de obra reduciendo el costo de producción. Por otra parte, la alta precipitación y temperaturas altas favorecen el crecimiento y el vigor de las plantas y entre ellos están las malezas.

En este trabajo de investigación se busca determinar el mejor efecto de control de las dosis en prueba para malezas en cítricos. Así mismo, se busca

determinar el menor costo de control de malezas por día mediante un análisis económico con el fin que el agricultor reduzca los costos de producción de sus productos agrícolas.

Bajo el enfoque de la problemática señalada y con la finalidad de contribuir en la solución de la misma, se planteó en el presente trabajo los siguientes objetivos:

1. Determinar el efecto de control de las dosis en prueba (toxicidad) de los herbicidas Paraquat, Gramocil y Glifosato.
2. Determinar el efecto residual de los tratamientos en prueba (estabilidad) de los herbicidas Paraquat, Gramocil y Glifosato.
3. Determinar el costo económico de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Malezas

Se denomina maleza, mala hierba, yuyo, planta arvense, 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(MONROIG, 2012).

2.2. Morfología y fisiología de las malezas

Son de hojas angostas o de hojas anchas, suelen ser anuales, bienales y perennes; de igual manera pueden ser simples, rastreras y trepadoras. Los 2/3 de las malezas son de tipo C4, ocho de cada 10 malezas más importantes del mundo son C4 (RODRIGUEZ, 2011).

Se estima que el surgimiento de malezas o especies invasoras afecta, en promedio, el 30% del rendimiento de algunos cultivos; sin embargo, las pérdidas pueden elevarse hasta 70% e incluso ser totales (MONROIG, 2012).

2.3. Métodos de control de malezas

Existen 4 métodos de control de malezas: químico, manual, mecánico y físico, es importante destacar las diferencias entre cada uno de ellas y evaluar

cuál es la mejor opción (DOW AGRO SCIENCES, 2011). También hay el método biológico (RODRÍGUEZ, 2009).

2.3.1. Control manual

Consiste en arrancar las malezas manualmente (manos) y el corte manual (machete), la cual tiene las siguientes características: bajo costo inicial, método lento, gran necesidad de mano de obra y rápida reinfestación (rebrotos vigorosos) (DOW AGRO SCIENCES, 2011).

2.3.2. Control mecánico

Se fundamenta en el uso de máquinas para su control y tiene las siguientes ventajas: rapidez en la operación, menor necesidad de mano de obra; y sus desventajas son: método no selectivo, rápida reinfestación (rebrotos vigorosos) y costo final alto. Su uso depende de la topografía, grado de mecanización del área (DOW AGRO SCIENCES, 2011).

2.3.3. Control físico

Consiste en el uso de algunos elementos físicos como la quema e inundación y tiene como ventaja bajo costo y como desventajas el riesgo de quema de alambrados y campos vecinos, disminución de la fertilidad potencial del suelo, favorece la germinación y la instalación de malezas (DOW AGRO SCIENCES, 2011).

2.3.4. Control químico

Consiste en la aplicación de ingredientes químicos para el control. Ventajas: selectivo, versátil, económico y alta efectividad. Desventajas: necesita inversión inicial y personal calificado (DOW AGRO SCIENCES, 2011).

2.3.5. Control biológico

Se fundamenta en el uso de un ser vivo para el control. Puede hacerse utilizando plantas como coberturas de la familia de las leguminosas preferiblemente o mediante el uso de sombra temporera o permanente. Las plantas que se usarán deben dominar a las malezas y ser de especies no trepadoras (RODRÍGUEZ, 2009).

2.3.6. Control cultural

Consiste en la rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distancia de siembra o plantación, cultivos intercalados o policultivo, cobertura viva de cultivos, acolchado y manejo de agua (DOW AGRO SCIENCES, 2011).

2.4. Herbicidas

Son productos químicos que puestos en contacto con las plantas, le producen la muerte o alteraciones que evitan su crecimiento normal y producen deformaciones y al final la muerte (ESQUEDA Y TOSQUI, 2007).

2.4.1. Clasificación de los herbicidas

No existe un solo sistema de clasificación de los herbicidas. Los diferentes sistemas se basan en criterios muy dispares, como su naturaleza química, su mecanismo de acción o su toxicidad (ESQUEDA Y TOSQUI, 2007).

Según la acción sobre las plantas:

a. No selectivo o total

Es aquel que destruye toda la vegetación sobre la que se aplica. Puede ser selectivo si se aplica en dosis menores (GARCÍA, 2001). No selectivos si eliminan todo tipo de vegetal con el que entren en contacto (Ejemplo, Glifosato). Normalmente utilizados para terrenos sin cultivos, zonas industriales, carreteras, etc. Si se aplican en terrenos con cultivos deben aplicarse de modo que no afecten al cultivo (ESQUEDA Y TOSQUI, 2007).

b. Selectivo

Son aquellos que en condiciones normales destruyen las malas hierbas y no el cultivo (GARCÍA, 2001). Son aquellos herbicidas que respetando el cultivo indicado eliminan las hierbas indeseadas, o al menos, un tipo de ellas; ejemplo, Metribuzina en cultivos de patata, gladiolo y otros (ESQUEDA Y TOSQUI, 2007).

Según su persistencia:

a. Residuales

Estos se aplican al suelo, sobre la tierra desnuda y forman una película tóxica que controla la nacencia de las malas hierbas al atravesarla durante su germinación (ESQUEDA Y TOSQUI, 2007). Son aquellos que permanecen en el suelo el suficiente tiempo como para ir matando las malas hierbas en el momento de su germinación o nacencia; estos productos no son tóxicos para la planta cultivada o se descomponen en productos no tóxicos antes de que nazca ésta. Se aplican después de la siembra del cultivo y antes de su nacencia (GARCÍA, 2001).

b. No residuales

Se degradan normalmente en poco tiempo por lo que solo actúan sobre las plantas sobre las que caen cuando se aplican (ESQUEDA Y TOSQUI, 2007).

Según su movilidad dentro de la planta:

a. Sistémicos

Se aplican sobre la planta, se absorbe y al ser traslocado a otras zonas de la planta a través del floema puede afectar a zonas de ella sobre las que el producto no cayó al tratarla (Ejemplo: Glifosato) (ESQUEDA Y

TOSQUI, 2007). Penetran en el interior de la planta, mezclándose con la savia y repartiéndose por toda ella. Actúan por traslocación (GARCÍA, 2001).

b. De contacto

No se traslocan por el floema por lo que solo afecta a las zonas de las plantas sobre el que caen (ESQUEDA Y TOSQUI, 2007). Su efecto residual es de poca duración, se descomponen en sustancias no fitotóxicas o se evaporan. En este tipo de herbicidas hay que tener en cuenta el factor mojabilidad, ya que solamente quemar las partes que mojan (GARCÍA, 2001). Estos herbicidas matan solamente tejidos de plantas cerca del sitio de aplicación (ARBAIZA, 2002).

Según el momento en que debe aplicarse:

a. Presiembra o preplantación

Son los que se aplican después de la preparación del suelo, pero antes de la siembra o plantación (GARCÍA, 2001).

b. De preemergencia

Se aplican antes de la nacencia del cultivo (Ejemplo: Terbutilazina) (ESQUEDA Y TOSQUI, 2007). Son los productos que se aplican después de la siembra de la planta cultivada, pero antes de su nacencia (GARCÍA, 2001).

c. De postemergencia

Se aplican después de la nacencia del cultivo (ESQUEDA Y TOSQUI, 2007). Son aquellos que se aplican después del nacimiento de las malas hierbas y de la planta cultivada (GARCÍA, 2001).

2.4.2. Relación del herbicida con el medio ambiente

Los herbicidas suelen tener un efecto negativo sobre las poblaciones de pájaros, aunque su impacto es muy variable y a menudo son necesarios estudios de campo para predecir adecuadamente sus efectos. A veces los estudios de laboratorio han sobrevalorado el impacto negativo de los herbicidas debido a su toxicidad, prediciendo a veces graves problemas que luego no se observan en las condiciones de campo. La mayoría de los efectos negativos suelen ser más debidos a que su uso hace que disminuya el número de especies vegetales que sirven a las aves de refugio y fuente de alimentación. Incluso usando herbicidas poco tóxicos se ha observado que la disminución de la biodiversidad vegetal que producen afectan negativamente a los pájaros. El masivo uso de herbicidas en las zonas agrícolas neotropicales es uno de los factores implicados en que estas zonas no sean ahora de utilidad para la invernada de aves migratorias (ESQUEDA Y TOSQUI, 2007).

2.4.3. Selectividad de los herbicidas

La efectividad puede variar según numerosos factores: absorción (solubilidad del herbicida), naturaleza del suelo, naturaleza del herbicida, acidez del suelo, humedad, volatilización, degradación, disponibilidad de herbicidas en el suelo, insolación, temperatura, precipitaciones, viento y otros factores culturales (GARCÍA, 2001).

2.4.4. Factores que afectan la efectividad de los herbicidas

a. Dosis exacta

Esta información viene adherida en los frascos de estos productos, la cual es recomendada por los fabricantes, lo que indica la máxima uniformidad posible en la distribución del producto, naturaleza de la planta y el empleo del producto adecuado (GARCÍA, 2001).

b. Lixiviación

El agua es el principal factor responsable por el movimiento de los herbicidas sobre o dentro de los suelos, por eso cuanto más soluble es el herbicida, mayores serán las exigencias con relación a su selectividad en los cultivos (INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA, 2010).

c. Volatilidad

Es la tendencia de los herbicidas de pasar del estado sólido o líquido al de vapor. En el estado de vapor estos productos mantienen sus propiedades herbicidas y pueden afectar negativamente propágulos de plantas o cultivos sensibles; es también factor de pérdida de producto, lo que puede resultar que el herbicida no funcione (CHEMOTECNICA, 2012)

d. Descomposición microbiana

El potencial de descomposición microbiana depende de la composición química del herbicida y de la temperatura del suelo. La actividad microbiana aumenta con la temperatura, y por tanto, la concentración de herbicida puede descender de la primavera al verano lo que reduce el potencial para el control de malezas anuales (CHEMOTECNICA, 2012).

e. Textura y pH del suelo

Suelos arcillosos y pH ácidos presentan un alto poder de adsorción, por lo que requieren que los herbicidas sean aplicados en mayor cantidad en relación a suelos arenosos (INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA, 2010).

f. Contenido de materia orgánica

La materia orgánica influyen sobre la biodisponibilidad de los herbicidas aplicados al suelo, tiene una alta capacidad de adsorción de los herbicidas, es por esto que a medida que aumenta el tenor de materia orgánica en el suelo, hay necesidad de utilizar mayor dosis de herbicidas (TECNOLOGÍA QUÍMICA Y COMERCIO, 2011)

g. La naturaleza de la superficie foliar

La principal barrera para la absorción de los herbicidas es la cutícula, que cubre todas las superficies aéreas y minimiza las pérdidas de agua de la planta. La capa externa consiste en cera cuticular con extrusiones de cera epicuticular, que varía en forma con la edad de la hoja y con la especie. Las ceras son no-polares, afines al aceite en su naturaleza y repelen al agua. La velocidad de penetración es directamente proporcional a la concentración externa del herbicida y a la velocidad de su movimiento desde la superficie interna de la cutícula hacia el apoplasto (CHEMOTECNICA, 2012).

h. Las condiciones climáticas

De acuerdo a las condiciones climáticas que han crecido la plantas antes de la aspersión, esto afecta la intercepción y retención del asperjado. Las plantas que han estado sometidas a condiciones adversas de

sequía o a condiciones frías, tienen hojas más pequeñas, usualmente cubiertas con cantidades considerables de cera epicuticular, que interceptan y retienen menos herbicida que las otras plantas que crecieron bajo condiciones cálidas y húmedas (INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA, 2010).

2.5. Descripción de los herbicidas en estudio

2.5.1. Glifosato

TECNOLOGÍA QUÍMICA Y COMERCIO (2011) da la siguiente información del Glifosato:

Nombre comercial : Bazuca (LC)
Nombre técnico : Glifosato
Nombre químico : N-(fosfometil) glicina

a. Características fisicoquímicas

Peso molecular : 169.9 g.mol^{-1}
Presión de vapor : 10^{-7}
Punto de fusión : $230 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Solubilidad : Bajo

La UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL (2010), da la siguiente información de las características físico-químico del Glifosato:

Formula química	:	$C_3H_8NO_5P$
Densidad	:	1.704 g.ml^{-1}
Gravedad específica	:	1.70 g.cm^{-3}
Tiempo de vida media en días	:	Foliar : 1.60 y 26.6 días
		Suelo : 20 y 60 días
		Agua : 3.5 y 70 días
		Aire : Estimado 5 días

La volatilidad del glifosato es directamente proporcional al incremento de la presión de vapor. Es decir, a mayor presión de vapor, mayor es la volatilidad. Herbicidas con presión de vapor menor de 1×10^{-8} mm Hg tienen potencial bajo para volatizarse y aquellos con más de 1×10^{-3} mm Hg, tienen un alto poder de volatilización (MINDEFENSA, 2002).

b. Modo de acción

Se trasloca por toda la planta, eliminando completamente la parte aérea, raíces, tubérculos, rizomas y todos los órganos subterráneos, actuando en varios sistemas enzimáticos e interfiriendo con la formación de aminoácidos (VADEMECUM AGRARIO, 2010). El mecanismo de acción del glifosato es por la vía de la inhibición de la enzima 5-enolpiruvil shikimato-3-P sintetasa, una enzima esencial en el proceso de síntesis de los aminoácidos aromáticos en las plantas, esta inhibición conduce a una disminución de la síntesis de los aminoácidos aromáticos, triptófano, fenilalanina y tirosina, así como, a tasas reducidas de la síntesis de proteínas, ácido indol acético (una hormona de las plantas) y clorofila. La muerte de la planta es lenta y se

manifiesta inicialmente por una suspensión del crecimiento, seguida de clorosis y, luego, de necrosis de los tejidos de la planta. La inhibición de la 5-enolpiruvil shikimato-3-P sintetasa es específica de las plantas. Muchos animales obtienen sus aminoácidos aromáticos de las plantas y de otras fuentes y no poseen esta vía de síntesis. Por esta razón, el glifosato es relativamente no tóxico para los animales pero es un herbicida eficaz en las plantas (UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL, 2010)

c. Toxicidad

DL₅₀ oral del i.a. : 4320 mg.kg⁻¹
DL₅₀ oral del formulado : 12342 mg.kg⁻¹
Categoría toxicológica : Grupo III "Ligeramente Peligroso"
(VADEMÉCUM AGRARIO, 2010).

d. Dosis de aplicación

Se recomienda una aplicación de 2 a 4 L.ha⁻¹ en malezas en pleno desarrollo, de preferencia en estados tempranos de crecimiento, anuales, de hoja ancha así como gramínea (VADEMÉCUM AGRARIO, 2010).

e. Persistencia

Se inactiva en contacto con el suelo, agua o materia orgánica en suspensión, por lo que en aplicaciones de pre-emergencia se puede sembrar después de 10 a 15 días posteriores a la aplicación (PAYSON, 2003). No deja residuos, por ser biodegradable (60 días), son necesarias 6

horas sin lluvias después de la aplicación para no reducir la efectividad del herbicida (VADEMÉCUM AGRARIO, 2010).

f. Fitotoxicidad

Al ser de amplio espectro no selectivo, puede causar daños a los cultivos si no se tiene cuidado al aplicarlo (PAYSON, 2003).

2.5.2. Paraquat

El VADEMECUM AGRARIO (2010), da la siguiente información del Paraquat:

Nombre comercial : Crisquat 24CS (CS)
Nombre técnico : Paraquat
Nombre químico : (Sal de 1,1= dimetil = 4,4 = dipiridilos)

a. Características fisicoquímicas

Grupo químico : Bipiridilos
Formula química : $C_{12}H_{14}N_2Cl_2$
Masa molecular : 257.2 g
Presión de vapor : 10^{-9} mm.Hg
Punto de fusión : 300 °C (GRUPO SILVESTRE, 2012).

La UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL (2010), da la siguiente información de las características físico-químicas del Paraquat:

Punto de descomposición : 300°C

Solubilidad en agua : 620 g.L⁻¹ (20 °C)

Estabilidad de pH : Ácido y neutro: estable. Alcalino: hidrolizado

Fotoestabilidad : Se descompone por la radiación UV en solución acuosa

A mayor presión de vapor, aumenta la volatilidad, baja la solubilidad y produce déficit de movilidad al interior de la planta (PAYSON, 2003).

b. Modo de acción

Es un herbicida no selectivo, de contacto y post-emergencia de una amplia gama de malezas de hoja ancha y gramínea, 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 con actividad fotosintética. Se inactiva al entrar en contacto con el suelo, por lo que, se pueden realizar siembras o trasplantes inmediatos luego de realizada la pulverización (GRUPO SILVESTRE, 2012).

c. Toxicidad

DL₅₀ oral del i.a : 150 mg.kg⁻¹
DL₅₀ oral de formulación : 750 mg.kg⁻¹
Categoría toxicológica : Grupo I b “Altamente Peligroso” – tóxico
(VADEMECUM AGRARIO, 2010).

d. Dosis y aplicación

Aplicar de 2 – 3 L.ha⁻¹, cuando las malezas aún no han alcanzado los 20 cm de tamaño y calcular mínimo 30 minutos antes de una lluvia (VADEMECUM AGRARIO, 2010).

e. Fitotoxicidad

Al no ser selectivo, deberá tenerse cuidado ya que destruye todos los vegetales verdes con los que tenga contacto, sea maleza o cultivo (VEDEMÉCUM AGRARIO, 2010).

2.5.3. Gramocil

Nombre técnico : Paraquat + Diurón
Nombre comercial : Gramocil (SC)
Nombre químico : (Sal de 1,1 – dimetil – 4,4 – dipiridilos)
Concentración : 200 g de Paraquat + 100 g de Diurón
(VADEMECUM AGRARIO, 2010).

a. Características fisicoquímicas

El Gramocil es la mezcla de Paraquat y Diurón, por lo cual lleva ambas características físico – químicas, constituyendo un producto con dos sitios de acción: el Paraquat actúa a nivel de Fotosistema I y el Diurón actúa a nivel de la formación de las proteínas (PAYSON, 2003).

La UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL (2010), da la siguiente información de las características físico-químicas del Gramocil:

Formula química	:	Paraquat	:	$C_{12}H_{14}N_2Cl_2$
		Diuron	:	$C_9H_{10}Cl_2N_2O$
Pesos moleculares	:	Paraquat	:	257.16
		Diuron	:	233.09
Formulación	:	Suspensión acuosa		
Apariencia	:	Líquido verde/azul		
Olor	:	Distintivo		
Solubilidad	:	Soluble en agua		
Gravedad específica	:	1.088 g/cc a 20°C		
pH	:	5.0 – 6.5		
Punto de ebullición	:	Aprox. 100 °C		
Combustibilidad	:	No combustible		
Temperatura de ebullición	:	Aprox. 100 °C		
Punto de destello	:	No inflamable		

b. Modo de acción

El Gramocil actúa inhibiendo el proceso de la fotosíntesis. El Paraquat actúa como aceptor de electrones dentro de la fotosíntesis; este herbicida es reducido en el fotosistema I en presencia de luz a radicales catiónicos monovalentes. Su efecto herbicida se produce al formar radicales peróxidos y superóxidos, que dañan las membranas celulares y del citoplasma, provocando el colapso de las células y finalmente la desecación de los tejidos verdes. Este proceso es activado por la fotosíntesis. Mientras tanto, el Diurón actúa como aceptor de electrones en la fotosíntesis (fotosistema II), en una fase previa a la acción del Paraquat. De esta forma, el Diurón bloquea o retarda la producción de electrones libres, reduciendo la actividad fotosintética y retarda la transferencia del Paraquat en radicales libres, lo que permite un mayor movimiento del Paraquat en las hojas, y por lo tanto una mayor eficiencia herbicida (sinergismo) (BAYER, 1998).

c. Toxicidad

DL ₅₀ oral del i.a.	:	Paraquat 150 mg.kg ⁻¹
	:	Diurón 3400 mg.kg ⁻¹
DL ₅₀ del producto comercial	:	Paraquat 750 mg.kg ⁻¹
Categoría toxicológica	:	Grupo IV "Altamente Peligroso"

(VADEMÉCUM AGRARIO, 2010)

d. Aplicación y dosis

Se aplica en pre-emergencia al cultivo y post emergencia a la maleza. Las aplicaciones post-emergentes al cultivo deben dirigirse a la maleza sin tocar al cultivo. De 1.5 a 3.0 L.ha⁻¹ dependiendo de la especie del cultivo y de la malezas (BAYER, 1998).

2.6. Ensayos realizados con herbicidas en Tingo María

En cítricos, el mayor porcentaje de malezas son de hoja angosta (gramíneas) debido a que no se controla en forma regular, sino que se machetea ocasionalmente (RAMOS, 1986). La infestación de malezas de hoja angosta según CESARE (1994), es del 76%, en tanto que GAVIDIA (2001) indica que es del 77.6%.

Trabajos con herbicidas indicaron que el Paraquat (3 L.ha⁻¹) tiene efecto inmediato, llegando a controlar en un 71.95%, pero su efecto residual llega escasamente hasta los 30 días. Asimismo, la mezcla de Paraquat + Diurón (2 L.ha⁻¹ cada uno) controló en un 71.95% a los 30 días después de su aplicación (CESARE, 1994). Asimismo, el Roundup (Glifosato), a la dosis de 3 L.ha⁻¹ ejerció un control regular sobre las malezas gramíneas notándose un efecto fitotóxico lento y con largo poder residual. El Roundup, de acción sistémica foliar mostró mayor poder residual, de 50 días. El Gramoxone, herbicida de contacto mostró un efecto inmediato de 1 hora y 4 horas (ZAVALA, 1987). De

igual manera, el Glifosato 3 L.ha⁻¹, presentó mayor poder residual y un rebrote de 55% a los 90 días, teniendo un promedio de 35% de rebrote durante los 90 días después de la aplicación (RAMIREZ, 2008). De igual manera, Paraquat 2 L.ha⁻¹ a los 30 días después de la aplicación mostró un 20.5% de rebrote de las malezas y a los 60 días tuvo un 77.55% de rebrote; del mismo modo Paraquat 3 L.ha⁻¹ a los 30 días después de su aplicación expresó un 11.5% de rebrote de malezas y a los 60 días manifestó un 57.5% (HUAMÁN, 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Campo experimental

3.1.1. Ubicación

El presente trabajo se llevó a cabo de noviembre del 2010 a marzo del 2011 en el Centro Experimental Tulumayo (CIPTALD), de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en el sector de Shiringal, distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, aproximadamente a unos 37 kilómetros de la ciudad de Tingo María, cuyas coordenadas UTM son:

Este	:	385288.86 m
Norte	:	8990659.05 m
Altitud	:	610 msnm
Temperatura media	:	24.9 °C
Precipitación promedio anual	:	3200 mm

3.1.2. Historia del campo experimental

El campo experimental cuenta con 8 has de cítricos de aproximadamente 17 años de edad, que se encuentra en la etapa de fructificación. En el área se seleccionaron naranjas de variedad Valencia que en cuanto a sanidad fitosanitaria, tienen problemas de deficiencia nutricional y

que posiblemente se deba a la presencia de malezas que existen en el campo experimental.

3.1.3. Características edafoclimáticas

a. Características climáticas

Estos datos fueron registrados desde Noviembre del 2010 hasta Marzo del 2011, en estos meses se pudo observar que la temperatura, precipitación y horas de sol no tienen relación directa o indirecta unos a otros; en los meses febrero y marzo del 2011 se registró una alta precipitación y elevada humedad relativa, la cual tiene como efecto favorecer el rápido crecimiento de las malezas y disminuir la efectividad de los herbicidas.

Cuadro 1. Datos climatológicos registrados durante el periodo del experimento en el Centro Experimental Tulumayo (CIPTALD)

Meses	Temperatura (°C)			H.R. (%)	Precipitación pluvial (mm/mes)	Horas de sol	
	Max.	Min.	Med.				
Noviembre	2010	30.20	20.60	25.40	87	476.80	143.50
Diciembre	2010	29.20	20.50	24.80	88	279.10	109.60
Enero	2011	28.20	20.50	24.30	89	475.70	82.40
Febrero	2011	27.40	20.00	23.70	91	535.30	74.30
Marzo	2011	28.80	20.40	24.60	88	555.80	86.50

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones - UNAS, Tingo María (2011).

b. Características físico-químicas del suelo del campo experimental

En los análisis de suelo que se presentan en el Cuadro 2, se aprecia que el campo experimental presentó un suelo franco limoso con un contenido medio de materia orgánica, la cual ayuda a la retención de la humedad en el suelo y con pH neutro, condiciones que favorecen el desarrollo de las malezas.

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

Características	Contenido	Interpretación	Método
Arena (%)	15.00	-----	Hidrómetro
Limo (%)	50.00	-----	Hidrómetro
Arcilla (%)	35.00	-----	Hidrómetro
Clase textural	-----	Fco. Arc. Limoso	Triangulo textural
Materia orgánica	2.51	Medio	Walkley-Black
pH (1:1 en H ₂ O)	6.97	Neutro	Potenciómetro

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la Facultad de Agronomía – UNAS- Tingo María

c. Presencia de malezas en el campo experimental

En la parcela de investigación se realizó previamente la evaluación de la dominancia de las malezas, concluyendo que 70% correspondió a malezas de hojas angostas y el 20% a malezas de hojas anchas.

Cuadro 3. Malezas registradas en la parcela al inicio del experimento, obtenida por el método visual del metro cuadrado

Familia	Nombre científico	Nombre común	Predominancia (%)
Hoja angosta:			70.00
a. Graminae	<i>Paspalum racemosum</i> L.	"Gramalote"	5.00
	<i>Paspalum virgatum</i> L.	"Remolina"	20.00
	<i>Cynodon dactylon</i> L.	"Bermuda"	20.00
	<i>Trichachne insularis</i> L.	"Rabo de zorro"	5.00
b. Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	"Coquillo"	10.00
	<i>Cyperus luzulae</i> L.	"Cortadera"	10.00
Hoja ancha:			20.00
a. Commelinaceae	<i>Tripogandra cumanensis</i>	"Siempre viva"	15.00
b. Euphorbiaceae	<i>Heteranthera remifoemis</i>	"Oreja de ratón"	5.00
c. Leguminosae	<i>Desmodium tortuosum</i>	"Pega pega"	5.00
Total de infestación en el campo experimental			90.00 (1)

⁽¹⁾El 10 % del área comprendida es zona sin cobertura.

Se tuvo un alto porcentaje de malezas de hoja angosta (70%), la cual significa que en nuestra parcela de investigación predominó este tipo de maleza, probablemente por efecto del tipo de suelo.

3.2. Componentes en estudio

Herbicidas

Nombre técnico	Nombre comercial
Glifosato	Demolador (SC)
Paraquat	Gramoxone Súper (CE)
Gramocil	Paraquat + Diurón (SC)

3.3. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio fueron escogidos y seleccionados en base a su forma de acción Paraquat (contacto), Glifosato (sistémico) y Gramocil (doble acción) y cada uno de estos productos con diferentes dosis, 2 L.ha⁻¹, 3 L.ha⁻¹ y 4 L.ha⁻¹. Cada una de estas dosis fue calculada para una unidad experimental de 120 m²; similarmente se consideró un gasto de agua de acuerdo al producto a aplicar en cada unidad experimental.

Los tratamientos considerados se presentan en Cuadro 4.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos en estudio

Clave	Descripción	Producto	Dosis (PC/ha)	Dosis PC/Trat. (ml)	Agua/ha (L)	Agua/Trat. (L)
T ₁	Contacto	Paraquat	2 L	96	400	19.2
T ₂	Sistémico	Glifosato	2 L	96	200	9.6
T ₃	Doble acción	Gramocil	2 L	96	500	24.0
T ₄	Contacto	Paraquat	3 L	144	400	19.2
T ₅	Sistémico	Glifosato	3 L	144	200	9.6
T ₆	Doble acción	Gramocil	3 L	144	500	24.0
T ₇	Contacto	Paraquat	4 L	192	400	19.2
T ₈	Sistémico	Glifosato	4 L	192	200	9.6
T ₉	Doble acción	Gramocil	4 L	192	500	24.0
T ₁₀	Testigo	Absoluto				

Donde:

PC: Producto comercial
Trat: Tratamiento

3.4. Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 10 tratamientos y 4 bloques o repeticiones y se aplicó la prueba de Duncan con 5% de probabilidad para la comparación de medias.

Cuadro 5. Esquema de análisis de variancia

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques	3
Tratamientos	9
Error	27
Total	39

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es el valor observado en la unidad experimental del bloque y a lo cual se le aplica los diferentes herbicidas.

μ = Es el efecto de la media general.

τ_i = Es el efecto de los herbicidas.

β_i = Es el efecto del bloque.

ϵ_{ij} = Es el efecto aleatorio del error experimental en la unidad del bloque a la cual se le aplica los herbicidas.

3.5. Características del campo experimental

a. Parcelas

Número total de parcelas	40
Número de parcelas por bloque	10
Largo de cada parcela	12 m
Ancho de cada parcela	10 m
Área total de cada parcela	120 m ²

b. Bloques

Número de bloques	4
Ancho de cada bloque	10 m
Largo de cada boque	120 m
Área total de cada bloque	1200 m ²

c. Área experimental

Ancho del campo experimental	40 m
Largo del campo experimental	120 m
Área total del campo experimental	4800 m ²

3.6. Plan de ejecución del experimento

3.6.1. Demarcación del campo experimental

La demarcación del campo experimental se realizó de acuerdo a las características del croquis (Figura 3, Anexo), para lo cual se utilizó wincha y estacas previamente preparados.

3.6.2. Muestreo de suelo

Se obtuvo una muestra de 12 sub muestras tomadas al azar en forma de zig-zag, de la profundidad de la capa arable que luego se homogenizó y posteriormente se llevó al laboratorio de análisis de suelos de la Facultad de Agronomía – UNAS- Tingo María para sus análisis correspondientes.

3.6.3. Identificación taxonómica de las malezas en el campo experimental al inicio del experimento.

Para la identificación de las malezas se realizó la recolección y herborización de las especies existentes en el campo experimental. La identificación se realizó por reconocimiento mediante fotos y un manual de taxonomía, asimismo con la ayuda del Atlas de Malas Hierbas de VILLARÍAS (2004).

3.6.4. Determinación del porcentaje de malezas

Antes de la aplicación de los tratamientos en estudio se determinó el número de malezas, tipo de malezas, tamaño y otras características evaluables en el área mediante el método visual del m². Esta labor se realizó determinando un área de 1m² en donde se registró la cantidad existente de malezas, tanto de hoja ancha como de hoja angosta. Por abundancia se define al número de individuos (malezas) existentes por unidad de área (ALEMÁN, 2004).

3.6.5. Equipos utilizados

Para la aplicación de los tratamientos se utilizó una bomba de mochila marca Jacto cuya capacidad es de 20 litros, con boquilla de tipo TEEJET 8002 (sistémico), 8004 (contacto) y 8006 (doble acción).

3.6.6. Calibración del equipo

Se realizó en el área correspondiente al campo experimental; la mochila se llenó con agua y de acuerdo a las dosis predeterminadas para cada tratamiento, de esta manera se inició la aplicación del producto a un ritmo, presión y altura constante. Finalizada esta labor, se suministró el agua faltante en la mochila, el cual se determinó el gasto de agua por parcela de 200, 400 y 500 L.ha⁻¹ respectivamente.

3.6.7. Aplicación de los tratamientos

Para la aplicación de los herbicidas, primero se tuvo que uniformizar el tamaño de las malezas, para lo cual se realizó el corte con motoguadaña y se esperó que alcancen una altura de 20 a 25 cm, tamaño recomendable para la aplicación de productos químicos (herbicidas). Se consideró una altura de 50 cm del suelo a la boquilla, a una presión y velocidad constante para la aplicación de los herbicidas.

3.7. Determinación del efecto fitotóxico de control

Las evaluaciones se realizaron a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos. Para ello se utilizó el método visual y la escala propuesta por la Asociación Latinoamericana de Malezas citada por ZAVALA (1987)

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

3.8. Determinación del efecto residual

Las evaluaciones se realizaron a los 30, 45, 60, 75, y 90 días después de la aplicación de los tratamientos, procediéndose a verificar el rebrote de las malezas, determinando el tiempo transcurrido desde la aplicación hasta el inicio del rebrote. Para los fines de este trabajo, el testigo absoluto se consideró el 100% de rebrote teniendo en cuenta su altura al inicio del experimento (20 cm) y con un crecimiento de 0.2 cm/día.

3.9. Determinación del análisis económico

Se consideró el costo y la cantidad de los productos químicos (herbicidas) utilizados, dos jornales para la aplicación de los herbicidas, trabajando 8 horas diarias. De igual manera se tomó en cuenta el precio del alquiler de los equipos (mochila fumigadora). Sumado todos los parámetros se obtuvo el costo total, el cual se dividió entre el poder residual (días) y de esa manera se obtuvo el costo de tratamiento por día de control.

Para determinar los costos de aplicación se consideraron los tratamientos que mostraron un control mínimo de bueno, para relacionarlo con el efecto residual. Finalmente, el costo del tratamiento se determinó dividiendo el costo total entre el número de días que duró su efecto residual (RAMIREZ, 2008).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto potencial de control de los tratamientos en estudio

En el Cuadro 6, se observa que a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos, no existen diferencias estadísticas para el efecto de bloques, pero sí existen diferencias estadísticas altamente significativas para el efecto de tratamientos.

Cuadro 6. Resumen del análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio. Datos transformados a $\text{Arcsen}\sqrt{\%}$.

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios			
		Días después de la aplicación de los tratamientos			
		7 días	14 días	21 días	28 días
Bloques	3	35.83NS	49.17NS	69.17NS	18.96NS
Tratamientos	9	3061.39AS	3123.61AS	2346.94AS	1461.74AS
Error Exp.	27	115.46	51.02	61.76	90.25
Total	39				
C.V.(%)		4.9	5.2	3.8	7.1

N.S. = No existe significación estadística

A.S. = Existe significación estadística al 1% de probabilidad

Los coeficientes de variación 4.9, 5.2, 3.8 y 7.1 para el porcentaje de control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días respectivamente, son aceptables para las condiciones en que se realizó el presente experimento.

En el Cuadro 7, se presenta la comparación de medias correspondientes al porcentaje de control de malezas, donde se observa que:

A los 7 días después de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 12, Anexo), los tratamientos Paraquat (2 L.ha^{-1}), Paraquat (3 L.ha^{-1}) y Paraquat (4 L.ha^{-1}) mostraron un efecto de control significativamente mayor a comparación con los demás tratamientos (Glifosato y Gramocil), esto indica que el Paraquat actúa rápidamente mata a las malezas de 2 a 4 días (VADEMECUM AGRARIO, 2010). También podemos notar que el tratamiento Paraquat (3 L.ha^{-1}) mostró un mejor efecto que Paraquat (2 L.ha^{-1}) y Paraquat (4 L.ha^{-1}). Esto se atribuye a que la dosis ideal del Paraquat es de 3 L.ha^{-1} ajustándose al equilibrio de los minerales disueltos en el agua (RUBEN, 2002). De la misma manera los tratamientos Glifosato (2 L.ha^{-1}), Glifosato (3 L.ha^{-1}) y Glifosato (4 L.ha^{-1}) tienen menor efecto de control en comparación con los demás tratamientos (Paraquat y Gramocil) lo que indica que el Glifosato es traslocado a otras zonas de la planta a través del floema y puede afectar a zonas de ella sobre las que el producto no cayó al tratarla (ESQUEDA Y TOSQUI, 2007).

A los 14 días después de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 13, Anexo), el tratamiento Paraquat (4 L.ha^{-1}) mostró un mayor efecto de control en comparación con los demás tratamientos debido a que el Paraquat actúa rápidamente matando a las malezas de 2 a 4 días después de su aplicación (VADEMECUM AGRARIO, 2010)

A los 28 días después de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 15, Anexo), los tratamientos Paraquat (2 L.ha^{-1}), Paraquat (3 L.ha^{-1}) y Paraquat (4 L.ha^{-1}), mostraron un efecto de control significativamente menor que los

Cuadro 7. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el porcentaje de control a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.

Control días después de la aplicación de los tratamientos											
7 días			14 días			21 días			28 días		
Clave	Prom.		Clave	Prom.		Clave	Prom.		Clave	Prom.	
T ₁₀	0.0	a	T ₁₀	0.0	a	T ₁₀	0.0	a	T ₁₀	0.0	a
T ₈	28.8	b	T ₅	39.1	b	T ₈	47.9	b	T ₁	45.0	b
T ₅	33.2	b	T ₈	42.1	b	T ₅	49.4	b	T ₇	47.9	c
T ₂	34.5	b	T ₂	43.6	b	T ₂	50.9	b	T ₈	47.9	c
T ₃	52.3	c	T ₆	58.6	c	T ₁	53.8	c	T ₄	49.4	c
T ₁	55.3	c	T ₃	61.1	c	T ₃	58.5	d	T ₅	49.4	c
T ₆	55.5	c	T ₁	63.4	c	T ₆	60.1	d	T ₂	50.9	c
T ₉	59.1	c	T ₉	67.5	d	T ₇	62.1	e	T ₆	51.1	c
T ₇	61.8	c	T ₄	69.5	d	T ₉	65.5	e	T ₃	53.0	c
T ₄	70.4	d	T ₇	72.1	d	T ₄	65.5	e	T ₉	55.4	d

Datos transformados a $\text{Arcsen}\sqrt{\%}$

T₁: Paraquat 2 L.ha⁻¹

T₂: Glifosato 2 L.ha⁻¹

T₃: Gramocil 2 L.ha⁻¹

T₄: Paraquat 3 L.ha⁻¹

T₅: Glifosato 3 L.ha⁻¹

T₆: Gramocil 3 L.ha⁻¹

T₇: Paraquat 4 L.ha⁻¹

T₈: Glifosato 4 L.ha⁻¹

T₉: Gramocil 4 L.ha⁻¹

T₁₀: Testigo absoluto

demás tratamientos, lo que significa que el Paraquat tiene presión de vapor más alta que los herbicidas sistémicos lo cual hace que se volatilice a mayor temperatura (PAYSON, 2003). De igual manera, se indica que las malezas brotan rápidamente por la alta precipitación afectando la selectividad de los herbicidas (GARCÍA, 2001).

A partir de los días 21 el tratamiento Paraquat (2 L.ha^{-1}) disminuyó considerablemente su efecto de control con respecto a los tratamientos antes mencionados.

En el Cuadro 21 del Anexo, los tratamientos Glifosato (2 L.ha^{-1}), Glifosato (3 L.ha^{-1}) y Glifosato (4 L.ha^{-1}) mostraron un efecto de control significativamente menor que los demás tratamientos, esto se atribuye a que el Glifosato es de acción retardada debido a que se trasloca por toda la planta, eliminando completamente la parte aérea, raíces, tubérculos, rizomas y todos los órganos subterráneos, actuando en varios sistemas enzimáticos e interfiriendo con la formación de aminoácidos. (VADEMECUM AGRARIO, 2010). Asimismo, podemos observar que los tratamientos Gramocil (2 L.ha^{-1}), Gramocil (3 L.ha^{-1}) y Gramocil (4 L.ha^{-1}), tuvo un progreso medio en el control.

A los 28 días después de la aplicación de los tratamientos se tiene un resultado del efecto de control de los herbicidas menores que RAMIREZ (2008), esto se puede atribuir por que la humedad relativa fue mayor en nuestro caso, ya que a mayor humedad relativa se necesita mayor dosis de herbicidas (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA, 2010).

También se puede inferir que en este caso la materia orgánica y el pH del suelo fueron mayores en esta investigación y estos afectan la efectividad de los herbicidas, ya que en suelos con mayor cantidad de materia orgánica y con pH menos ácido se reduce la efectividad de los herbicidas (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA, 2010).

4.2. Efecto residual de los tratamientos en estudio

En el Cuadro 8, se observa que sí existen diferencias estadísticas significativas para el efecto de los tratamientos. Los coeficientes de variación (%) 6.3, 4.2, 1.8, 2.1 y 1.9 son aceptables para las condiciones en la que se realizó el presente experimento.

En el Cuadro 9, se muestra el porcentaje de rebrote de malezas en los diferentes tratamientos en estudio. La residualidad de los tratamientos estuvo determinada por la presencia de rebrotes de malezas, en lo cual se observó que a los 45 días después de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 17), el tratamiento Paraquat ($2 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$), ha perdido su poder residual porque superó el 50% de rebrote de las malezas, no sucediendo así con los demás tratamientos, lo que se atribuye a las bajas dosis de Paraquat, ya que la dosis ideal es de $3 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ (RUBEN, 2002).

A los 60 días después de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 18, Anexo), los tratamientos Paraquat ($2 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$), Paraquat ($3 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$) y Paraquat ($4 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$), han perdido su poder residual porque superaron el 50% de rebrote de las malezas, esto se atribuye a que el Paraquat es un herbicida que mata solamente tejidos de las plantas en o cerca de la aplicación y no tiene efecto

Cuadro 8. Resumen del análisis de variancia del porcentaje de rebrote de malezas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.

		Cuadrados medios				
Fuente de variación	GL	Días después de la aplicación de los tratamientos				
		30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
Bloques	3	32.29 NS	21.67 NS	25.93 NS	5.62 NS	32.29 NS
Tratamientos	9	2393.68 AS	2241.94 AS	2839.60 AS	3089.51 AS	1745.07 AS
Error Exp.	27	5.16	6.31	7.41	0.25	7.29
Total	39					
C.V.(%)		6.3	4.2	1.8	2.1	1.9

Datos transformados a $\text{Arcsen}\sqrt{\%}$

N.S. = No existe significación estadística

A.S. = Existe significación estadística al 1% de probabilidad

Cuadro 9. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el porcentaje de rebrote de malezas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.

Control días después de la aplicación de los tratamientos														
30 días			45 días			60 días			75 días		90 días			
Clave	Prom.		Clave	Prom.		Clave	Prom.		Clave	Prom				
T ₃	23.7	a	T ₅	27.4	a	T ₈	30.0	a	T ₈	34.0	a	T ₈	46.4	a
T ₂	26.6	a	T ₈	27.4	a	T ₅	32.4	a	T ₅	37.0	a	T ₂	47.9	a
T ₆	27.4	a	T ₂	29.1	a	T ₂	35.2	a	T ₂	40.0	a	T ₅	47.9	a
T ₈	27.4	a	T ₉	31.6	a	T ₉	36.2	a	T ₉	45.0	b	T ₉	52.3	b
T ₅	30.8	b	T ₆	34.0	b	T ₆	37.7	b	T ₆	51.5	b	T ₆	57.6	b
T ₇	30.8	b	T ₃	37.0	b	T ₃	40.7	b	T ₃	54.5	b	T ₃	61.7	b
T ₉	30.8	b	T ₇	37.8	b	T ₇	57.6	c	T ₄	80.8	c	T ₁	90.0	c
T ₄	32.4	b	T ₄	40.7	b	T ₄	60.9	c	T ₇	85.8	c	T ₄	90.0	c
T ₁	37.6	c	T ₁	47.9	c	T ₁	65.3	c	T ₁	90.0	c	T ₇	90.0	c
T ₁₀	90.0	d	T ₁₀	90.0	d	T ₁₀	90.0	d	T ₁₀	90.0	c	T ₁₀	90.0	c

Datos transformados a $\text{Arcsen}\sqrt{\%}$

T₁: Paraquat 2 L.ha⁻¹

T₅: Glifosato 3 L.ha⁻¹

T₉: Gramocil 4 L.ha⁻¹

T₂: Glifosato 2 L.ha⁻¹

T₆: Gramocil 3 L.ha⁻¹

T₁₀: Testigo absoluto

T₃: Gramocil 2 L.ha⁻¹

T₇: Paraquat 4 L.ha⁻¹

T₄: Paraquat 3 L.ha⁻¹

T₈: Glifosato 4 L.ha⁻¹

residual (ARBAIZA, 2002).

A los 75 días después de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 19, Anexo), los tratamientos Gramocil (2 L.ha⁻¹), Gramocil (3 L.ha⁻¹) y Gramocil (4 L.ha⁻¹), perdieron su efecto residual porque superaron el 50% de rebrote de las malezas, esto se atribuye a que el Gramocil contiene Paraquat lo cual no tiene efecto residual (ARBAIZA, 2002). El Diurón actúa como aceptor de electrones en la fotosíntesis en una fase previa a la acción del Paraquat (BAYER, 1998).

A los 90 días después de la aplicación (Cuadro 20, Anexo), los tratamientos Glifosato (2 L.ha⁻¹), Glifosato (3 L.ha⁻¹) y Glifosato (4 L.ha⁻¹), tienen un 55%, 55% y 52.5% respectivamente de rebrote de malezas eso quiere decir que mostraron un alto grado de poder residual, esto se atribuye a que el Glifosato es de acción retardada porque se trasloca por toda la planta eliminando completamente la parte aérea, raíces y todos los órganos subterráneos actuando en varios sistemas enzimáticos e interfiriendo en la formación de aminoácidos (VADEMECUM AGRARIO, 2010).

En el Cuadro 22 del Anexo, los tratamientos Glifosato (2 L.ha⁻¹), Glifosato (3 L.ha⁻¹) y Glifosato (4 L.ha⁻¹), mostraron mejor efecto residual porque tuvieron en promedio durante los 90 días, menores porcentaje de rebrote de las malezas, esto se atribuye a que el Glifosato es un herbicida que inhibe la síntesis de aminoácidos para el control post emergente de las malezas (VADEMECUM AGRARIO, 2010).

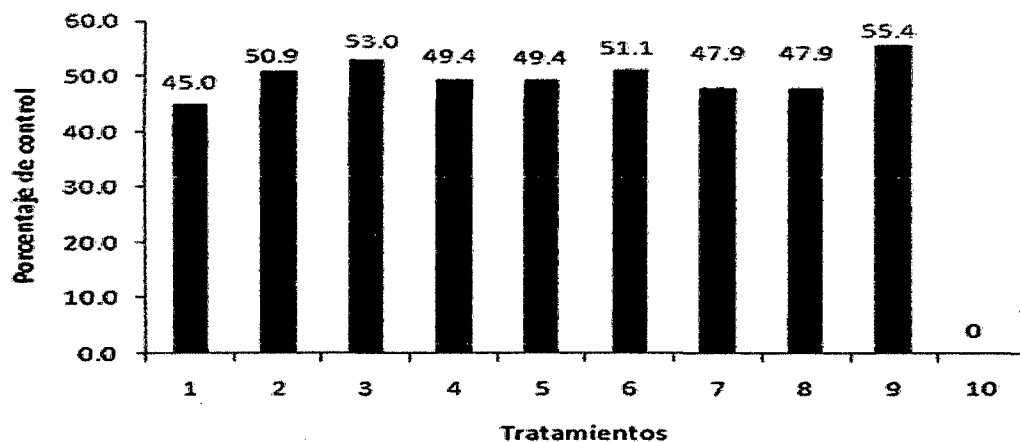
Por otra parte, la reducción de la eficiencia de los herbicidas se debe a los factores climáticos como la precipitación, humedad relativa y horas de sol. A altas precipitaciones la humedad relativa es alta y a estas condiciones

favorecen el rebrote y el crecimiento de las malezas (GARCÍA, 2001). El tratamiento con Glifosato mostró mayor poder residual frente a los tratamientos con Paraquat y Gramocil coincidiendo con los datos obtenidos por RAMIREZ (2008).

En la Figura 1, se representa el grado de control de malezas obtenidas del promedio de porcentajes de los datos originales del Cuadro 21 del Anexo.

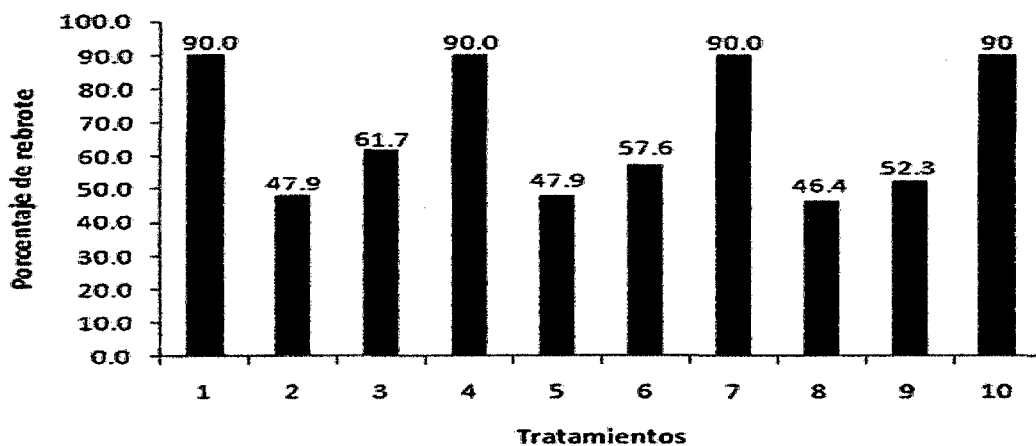
En la Figura 2, se muestra el grado de rebrote de las malezas, obtenidos del promedio de porcentajes a los datos originales, los cuales se señalan en el Cuadro 22 del Anexo.

A los 90 días después de la aplicación de los tratamientos se tiene un resultado del efecto residual de los herbicidas menores a los obtenidos por RAMIREZ (2008), debido a que la humedad relativa y la precipitación fueron mayores en promedio durante todos los meses del experimento, ya que a mayor humedad relativa y elevada precipitación se necesita mayor dosis de herbicidas (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA, 2010). El tipo de malezas también ha influido en el resultado de esta investigación, ya que la mayoría de las malezas del campo experimental fueron de hojas angostas, eso quiere decir que si tuviéramos la mayoría de hojas anchas se necesitaría mayor dosis de herbicida sistémico. La naturaleza de la superficie foliar es otro factor importante que determina la retención del herbicida (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA, 2010). La volatilización también jugó un papel muy importante en la disminución de la efectividad de los herbicidas ya que es mayor en suelos húmedos (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA



T ₁ : Paraquat 2 L.ha ⁻¹	T ₅ : Glifosato 3 L.ha ⁻¹	T ₉ : Gramocil 4 L.ha ⁻¹
T ₂ : Glifosato 2 L.ha ⁻¹	T ₆ : Gramocil 3 L.ha ⁻¹	T ₁₀ : Testigo absoluto
T ₃ : Gramocil 2 L.ha ⁻¹	T ₇ : Paraquat 4 L.ha ⁻¹	
T ₄ : Paraquat 3 L.ha ⁻¹	T ₈ : Glifosato 4 L.ha ⁻¹	

Figura 1. Porcentaje de control de malezas a los 28 días después de la aplicación de los tratamientos (Datos originales del Cuadro 15)



T ₁ : Paraquat 2 L.ha ⁻¹	T ₅ : Glifosato 3 L.ha ⁻¹	T ₉ : Gramocil 4 L.ha ⁻¹
T ₂ : Glifosato 2 L.ha ⁻¹	T ₆ : Gramocil 3 L.ha ⁻¹	T ₁₀ : Testigo absoluto
T ₃ : Gramocil 2 L.ha ⁻¹	T ₇ : Paraquat 4 L.ha ⁻¹	
T ₄ : Paraquat 3 L.ha ⁻¹	T ₈ : Glifosato 4 L.ha ⁻¹	

Figura 2. Porcentaje de rebrote de malezas a los 90 días después de la aplicación de los tratamientos (Datos originales del Cuadro 20)

AGRARIA, 2010), y nuestro suelo del campo experimental fue muy húmedo debido a que la precipitación fue elevada.

4.3. Análisis económico de los tratamientos

En el Cuadro 10, se indica en forma detallada los costos de los herbicidas, herramientas, equipos y del jornal para cada tratamiento, datos expresados en hectáreas. Se consideraron dos jornales para la aplicación de los herbicidas. Asimismo, para determinar los costos de aplicación de los tratamientos se consideró el porcentaje de rebrote para relacionarlo con el efecto residual.

Se observa que el tratamiento Paraquat (4 L.ha^{-1}) y el tratamiento Gramocil (4 L.ha^{-1}), presentaron alto costo de tratamiento (S/ 3.33 y S/ 3.20), por día de control respectivamente, y los tratamientos Glifosato (2 L.ha^{-1}) y Glifosato (3 L.ha^{-1}), presentaron menor costo de tratamiento (S/ 1.44 y S/ 1.83) por día de control respectivamente.

El costo del tratamiento Glifosato (2 L.ha^{-1}) es significativamente menor que los demás tratamientos, esto debe porque el precio del producto es bajo, su dosis es menor y su poder residual es alto (90 días). El costo del tratamiento Gramocil (4 L.ha^{-1}) es significativamente alto esto se debe a que se aplicó la dosis más alta, el precio del producto es mayor y su poder residual es de 75 días. Así mismo, el costo de tratamiento por día del Gramocil (2 L.ha^{-1}) es significativamente menor que del Gramocil (3 L.ha^{-1}) y Gramocil (4 L.ha^{-1}), esto se debe a que se aplicó menor dosis del producto y su poder residual de

Cuadro 10. Análisis económico de los tratamientos en estudio (Valores expresados en S/. Nuevos soles)

Clave	Precio de producto por tratamiento (S/.)	Costo de alquiler de equipos (S/.)	Mano de obra (jornal)	Precio de mano de obra (S/.)	Costo total (S/.)	Poder residual (N° de días)	Costo de tratamiento por día de control (S/.)
T ₁	35 (2)	10 (2)	2	20	130	45	2.89
T ₂	35 (2)	10 (2)	2	20	130	90	1.44
T ₃	45 (2)	10 (2)	2	20	150	75	2.00
T ₄	35 (3)	10 (2)	2	20	165	60	2.75
T ₅	35 (3)	10 (2)	2	20	165	90	1.83
T ₆	45 (3)	10 (2)	2	20	195	75	2.60
T ₇	35 (4)	10 (2)	2	20	200	60	3.33
T ₈	35 (4)	10 (2)	2	20	200	90	2.22
T ₉	45 (4)	10 (2)	2	20	240	75	3.20
T ₁₀	00	00	00	00	00	00	00

T₁: Paraquat 2 L.ha⁻¹

T₂: Glifosato 2/L.ha⁻¹

T₃: Gramocil 2 L.ha⁻¹

T₄: Paraquat 3 L.ha⁻¹

T₅: Glifosato 3 L.ha⁻¹

T₆: Gramocil 3 L.ha⁻¹

T₇: Paraquat 4 L.ha⁻¹

T₈: Glifosato 4 L.ha⁻¹

T₉: Gramocil 4 L.ha⁻¹

T₁₀: Testigo absoluto

estos tres tratamientos es de 75 días. Todos los tratamientos con dosis iguales pero con productos diferentes, los que contienen Glifosato mostraron menor costo por día de control, esto se debe a que este producto tiene un alto grado de poder residual (90 días) y el costo del producto es bajo.

Los resultados de este análisis económico permiten decidir por el tratamiento Glifosato (2 L.ha⁻¹) que fue de S/1.44 por día de control, como primera opción para controlar malezas en cítricos seguido por el tratamiento Glifosato (3 L.ha⁻¹) que fue de S/ 1.83 por día de control.

V. CONCLUSIONES

1. El tratamiento Paraquat (3 L.ha^{-1}) presentó mayor control de malezas inicialmente hasta los 21 días después de su aplicación, disminuyendo su efecto a partir de los 28 días después de su aplicación.
2. El tratamiento Glifosato (2 L.ha^{-1}), mostró alto grado de poder residual, ya que presentó el 47.9 % de rebrote hasta los 90 días después de su aplicación, controlando el 50% considerado como regular según la escala propuesta.
3. Todos los tratamientos con Gramocil y con diferentes dosis, perdieron su efecto residual a los 75 días al presentar más del 50% de rebrote.
4. El tratamiento Glifosato (2 L.ha^{-1}), presentó menor costo de aplicación por hectárea y por día para el control de malezas en el cultivo de cítricos que es de S/. 1.44, de igual manera podemos enfatizar que el tratamiento Glifosato (3 L.ha^{-1}) presentó un costo de S/. 1.83.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar investigación con Glifosato (2 L.ha^{-1}) en épocas de menor precipitación.
2. Realizar investigación con Glifosato (2 L.ha^{-1}) en diferentes cultivos tropicales.
3. Realizar investigación con Glifosato (2 L.ha^{-1}) en cítricos y evaluar su efecto en el rendimiento del cultivo.
4. Aplicar una mayor dosis de Glifosato en parcelas que presenten alto porcentaje de malezas de hojas anchas.

VII. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de control y efecto residual de tres herbicidas de diferentes formas de acción y dosis, se realizó el presente trabajo en el fundo Tulumayo (CIPTALD), de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de diciembre del 2010 hasta abril del 2011, ubicado en el sector de Shiringal distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado y departamento Huánuco. El campo experimental presentó un suelo franco limoso, con contenido medio de materia orgánica y un pH neutro estos datos constituyen uno de los factores que determinan la efectividad de los herbicidas. Los resultados indican que el tratamiento Glifosato (2 L.ha^{-1}) de acción sistémica mostró un poder residual de 90 días, presentando un rebrote de 34.65% y controlando un 50% de malezas. Los tratamientos Gramocil (2 L.ha^{-1}), Gramocil (3 L.ha^{-1}) y Gramocil (4 L.ha^{-1}), perdieron su poder residual a los 75 días superando el 50% de rebrote.

Por otra parte, el tratamiento Glifosato (2 L.ha^{-1}), presentó menor costo por día de control (S/ 1.44), siendo la primera opción a elegir para el control de malezas y como segunda opción es Glifosato (3 L.ha^{-1}) que presentó un costo de (S/ 1.83) por día de control. Las altas precipitaciones y la humedad relativa alta, jugaron un papel muy importante en la reducción de la efectividad de los herbicidas, ya que favorecieron el rebrote y el crecimiento de las malezas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALEMÁN, F. 2004. Manual de investigación agronómica: con énfasis en ciencia de la maleza. Imprimatur Artes Gráficas. Managua, Nicaragua. 248 p.
2. ARBAIZA, A. 2002. Guía práctica para el manejo de plagas en 26 cultivos. Chiclayo, Perú. 156 p.
3. BAYER, 1998. Pesticidas agrícolas. Editorial Bayer Perú S.A. Lima, Perú. 223 p.
4. CESARE, J. 1994. Efecto de cinco herbicidas y las mezclas de algunos de ellos en el control de malezas en los cultivos de cítricos en épocas de lluvias en Tingo María. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 61p.
5. CHEMOTECNICA. 2012. Productos agroquímicos. [En línea]: http://www.Chemotecnica.com/proteccioncultivos_producto.php?id=26 (Documento 15 Oct. 2011).
6. DOW AGRO SCIENCES. 2011. Métodos de Control de Malezas. [En línea]: <http://www.dowagro.com/ar/lineadepasturas/trabajos/metodoscontrol.htm> (Documento 27 Feb. 2012).
7. ESQUEDA, V. y TOSQUY, H. 2007. Efectividad de métodos de control de malezas en la producción de forrajes del pasto pangola (*Digitaria decumbens* Stent.). Agronomía Mesoamericana 18(1): 01-10. Disponible en Internet: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v18n01_001.pdf [Consultado 15 de Noviembre 2011]

8. GARCÍA, L. 2001. El uso de herbicidas y las medidas Agro- Ambientales. Madrid. Revista Agricultura. N° 831: 665-667. Disponible en Internet: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Agri/Agri_2001_831665_667.pdf [Consultado 15 de Diciembre 2011]
9. GAVIDIA, M. 2001. Evaluación de cuatro herbicidas y dosis de Sanson (Micosulfurón) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad "Marginal 28-T" en Tingo María. Tesis Ing. Agr. Facultad de. Agronomía UNAS, Tingo María, Perú. 87p.
10. GRUPO SILVESTRE. 2012. Herbicidas. [En línea]: http://www.grupo-silvestre.com.pe/archivosproducto/GS_PV_C_060.pdf(Documento 18 Jul. 2012).
11. HUAMÁN, D. 2010. Efecto de la calidad de agua sobre la eficiencia del Paraquat en malezas del cultivo de cítricos en Tulumayo. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 87p.
12. INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA. 2010. Factores que afectan la efectividad de los herbicidas [En línea]: (<http://www.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR25710.pdf>).
13. MINDEFENSA. 2002. Propiedades fisicoquímicas del Glifosato. [En línea]: (<http://www.mindefensa.gov.co/conflicto.htm>)(Documento27 de Set. 2001).
14. MONROIG, M. 2012. Manual para una caficultura sostenible en Puerto Rico Disponible en Internet: <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id24.htm> [Consultado 24 de Marzo 2012]

15. PAYSON, T. 2003. Características fisicoquímicas de los herbicidas como el Paraquat [En línea]: <http://www.media.payson.tulane.edu/spanish> (Documento, 21 de Set. 2011).
16. RAMOS, M. 1986. Control químico en post emergencia de gramíneas perennes en el campo de cítricos en Tingo María. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 67p.
17. RAMÍREZ, H. 2008. Efecto comparativo de tres métodos de control de malezas en el cultivo de cítricos en Tulumayo. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 67p.
18. RODRÍGUEZ, P. 2009. Control de malezas. [En línea]: <http://academic.uprm.edu/rodriguezp/HTMLobj-1/controlquimico.pdf>. (Documento 24 de Abr. 2009).
19. RODRÍGUEZ, P. 2011. Aspectos fisiológicos y morfológicos de malezas. Disponible en Internet: <http://academic.uprm.edu/rodriguezp/id3.htm> [Consultado 18 de Noviembre 2012]
20. RUBÉN, H.G. 2002. Boletín informativo de Gramoxone Plus. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela, [En línea]: (<http://www.forest.ula.ve/rubenhg/fotosintesis%20de%20herbicidas%20transporte%20fotosintetico%20%20electrones>). (Documento. 10 de Oct. 2007).
21. TECNOLOGÍA QUÍMICA Y COMERCIO. 2011. [En línea]: http://www.tqc.com.pe/wp-content/uploads/2011/11/gramocil_ficha.pdf (Documento. 10 de Oct. 2007).

22. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL. 2010. Informe sobre el grado de toxicidad del glifosato. Disponible en Internet: <http://www.unl.edu.ar/noticias/media/docs/Informe%20Glifosato%20UNL.pdf> [Consultado 10 de Setiembre 2010).
23. VADEMECUM AGRARIO. 2010. El Ingeniero Agrónomo. Lima, Perú. 185p.
24. VILLARÍAS, J. 2004. Atlas de malas hierbas. 4^{ta} Edición Mundi Prensa. Madrid, España. 295 p.
25. ZAVALA, J. 1987. Efecto del glufosinato de amonio y mezclas de herbicidas en el control de remolina (*Paspalum virgatum* L.) en cítricos en Tingo María. Tesis Ing. Agr. Facultad de. Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 69 p.

IX. ANEXO

Cuadro 11. Evaluación del poder residual de los herbicidas.

Clave	Tratamiento	Dosis	Días
T ₁	Paraquat	2 L	45
T ₂	Glifosato	2 L	90
T ₃	Gramocil	2 L	75
T ₄	Paraquat	3 L	60
T ₅	Glifosato	3 L	90
T ₆	Gramocil	3 L	75
T ₇	Paraquat	4 L	60
T ₈	Glifosato	4 L	90
T ₉	Gramocil	4 L	75
T ₁₀	Testigo absoluto		

Cuadro 12. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 7 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Bloque				Promedio
	I	II	III	IV	
T ₁	56.8	56.8	50.8	56.8	55.3
T ₂	33.2	26.6	33.2	45.0	34.5
T ₃	50.8	56.8	56.8	45.0	52.3
T ₄	63.4	90.0	63.4	63.4	70.1
T ₅	33.2	33.2	26.6	40.0	33.2
T ₆	63.4	56.8	45.0	56.8	55.5
T ₇	56.8	63.4	63.4	63.4	61.8
T ₈	18.4	39.2	39.2	18.4	28.8
T ₉	71.6	50.8	50.8	63.4	59.1
T ₁₀	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Cuadro 13. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 14 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Bloque				Promedio
	I	II	III	IV	
T ₁	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4
T ₂	50.8	39.2	39.2	45.0	43.6
T ₃	56.8	80.0	56.8	50.8	61.1
T ₄	63.4	71.6	71.6	71.6	69.5
T ₅	45.0	33.2	33.2	45.0	39.1
T ₆	63.4	63.4	50.8	56.8	58.6
T ₇	63.4	90.0	63.4	71.6	72.1
T ₈	39.2	45.0	45.0	39.2	42.1
T ₉	71.6	63.4	63.4	71.6	67.5
T ₁₀	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Cuadro 14. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 21 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Bloque				Promedio
	I	II	III	IV	
T ₁	50.8	56.8	50.8	56.8	53.8
T ₂	56.8	45.0	45.0	56.8	50.9
T ₃	56.8	63.4	56.8	56.8	58.5
T ₄	63.4	63.4	63.4	71.6	65.5
T ₅	56.8	45.0	45.0	50.8	49.4
T ₆	63.4	63.4	56.8	56.8	60.1
T ₇	56.8	63.4	56.8	71.6	62.1
T ₈	45.0	56.8	50.8	39.2	47.9
T ₉	63.4	63.4	63.4	71.6	65.5
T ₁₀	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Cuadro 15. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 28 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Bloque				Promedio
	I	II	III	IV	
T ₁	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
T ₂	56.8	45.0	45.0	56.8	50.9
T ₃	53.7	50.8	50.8	56.8	53.0
T ₄	56.8	50.8	45.0	45.0	49.4
T ₅	56.8	45.0	45.0	50.8	49.4
T ₆	45.0	63.4	50.8	45.0	51.1
T ₇	45.0	50.8	45.0	50.8	47.9
T ₈	45.0	56.8	50.8	39.2	47.9
T ₉	50.8	50.8	63.4	56.8	55.4
T ₁₀	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Cuadro 16. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Bloque				Promedio
	I	II	III	IV	
T ₁	36.3	30.0	39.2	45.0	37.6
T ₂	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6
T ₃	22.8	22.8	22.8	26.6	23.7
T ₄	36.3	30.0	30.0	33.2	32.4
T ₅	30.0	30.0	33.2	30.0	30.8
T ₆	26.6	26.6	30.0	26.6	27.4
T ₇	30.0	30.0	30.0	33.2	30.8
T ₈	26.6	26.6	30.0	26.6	27.4
T ₉	30.0	30.0	33.2	30.0	30.8
T ₁₀	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0

Cuadro 17. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 45 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Bloque				Promedio
	I	II	III	IV	
T ₁	47.9	50.8	45.0	47.9	47.9
T ₂	30.0	26.6	30.0	30.0	29.1
T ₃	39.2	36.3	33.2	39.2	37.0
T ₄	39.2	45.0	39.2	39.2	40.7
T ₅	30.0	26.6	26.6	26.6	27.4
T ₆	36.3	33.2	33.2	33.2	34.0
T ₇	39.2	39.2	36.3	36.3	37.8
T ₈	30.0	26.6	26.6	26.6	27.4
T ₉	33.2	30.0	33.2	30.0	31.6
T ₁₀	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0

Cuadro 18. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 60 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Bloque				Promedio
	I	II	III	IV	
T ₁	63.4	67.2	67.2	63.4	65.3
T ₂	33.2	36.3	38.1	33.2	35.2
T ₃	39.2	42.1	42.1	39.2	40.7
T ₄	60.0	63.4	60.0	60.0	60.9
T ₅	30.0	33.2	33.2	33.2	32.4
T ₆	39.2	39.2	39.2	33.2	37.7
T ₇	60.0	56.8	56.8	56.8	57.6
T ₈	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
T ₉	39.2	36.3	36.3	33.2	36.2
T ₁₀	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0

Cuadro 19. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 75 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Bloque				Promedio
	I	II	III	IV	
T ₁	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
T ₂	39.2	42.1	39.2	39.2	40.0
T ₃	53.7	56.8	53.7	53.7	54.5
T ₄	90.0	71.6	71.6	90.0	80.8
T ₅	39.2	36.3	36.3	36.3	37.0
T ₆	50.8	53.7	50.8	50.8	51.5
T ₇	71.6	100.0	100.0	71.6	85.8
T ₈	36.3	33.2	33.2	33.2	34.0
T ₉	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
T ₁₀	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0

Cuadro 20. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 90 días después de la aplicación de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Bloque				Promedio
	I	II	III	IV	
T ₁	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
T ₂	50.8	47.9	47.9	45.0	47.9
T ₃	60.0	63.4	63.4	60.0	61.7
T ₄	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
T ₅	50.8	45.0	47.9	47.9	47.9
T ₆	60.0	56.8	56.8	56.8	57.6
T ₇	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
T ₈	50.8	45.0	45.0	45.0	46.4
T ₉	56.8	50.8	50.8	50.8	52.3
T ₁₀	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0

Cuadro 21. Datos originales del porcentaje de control de malezas durante los 28 días, datos para calcular el grado de control.

Tratamientos										
Días de evaluación	T₁	T₂	T₃	T₄	T₅	T₆	T₇	T₈	T₉	T₁₀
7	55.3	34.5	52.3	70.1	33.2	55.5	61.8	28.8	59.1	0.0
14	63.4	43.6	61.1	69.5	39.1	58.6	72.1	42.1	67.5	0.0
21	53.8	50.9	58.5	65.5	49.4	60.1	62.1	47.9	65.5	0.0
28	45.0	50.9	53.0	49.4	49.4	51.1	47.9	47.9	55.4	0.0
Σ	217.5	179.9	224.9	254.5	171.1	225.3	243.9	166.7	247.5	0.0
Promedio	54.4	45.0	56.2	63.6	42.8	56.3	61.0	41.7	61.9	0.0

Cuadro 22. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas desde los 30 días hasta los 90 días, datos para calcular el grado de rebrote

Tratamientos										
Días de evaluación	T₁	T₂	T₃	T₄	T₅	T₆	T₇	T₈	T₉	T₁₀
30	37.6	26.6	23.7	32.4	30.8	27.4	30.8	27.4	30.8	90.0
45	47.9	29.1	37.0	40.7	27.4	34.0	37.8	27.4	31.6	90.0
60	65.3	35.2	40.7	60.9	32.4	37.7	57.6	30.0	36.2	90.0
75	90.0	40.0	54.5	80.8	37.0	51.5	85.8	34.0	45.0	90.0
90	90.0	47.9	61.7	90.0	47.9	57.6	90.0	46.4	52.3	90.0
Σ	330.8	178.8	217.6	304.8	175.5	208.2	302.0	165.2	195.9	450.0
Promedio	66.2	35.8	43.5	61.0	35.1	41.6	60.4	33.0	39.2	90.0

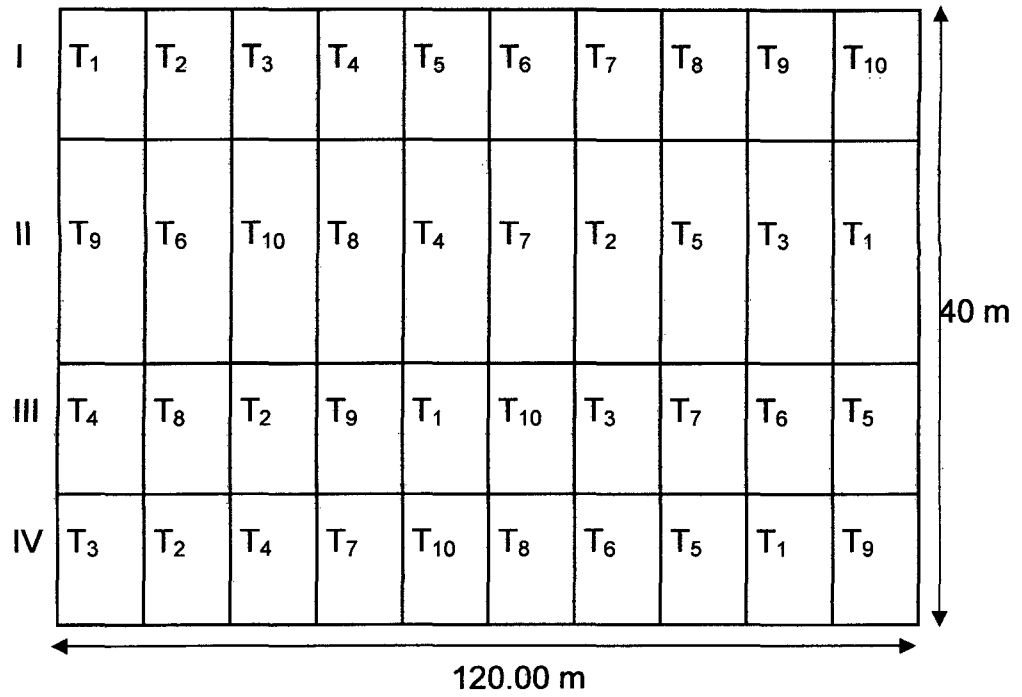


Figura 3. Croquis del campo experimental.

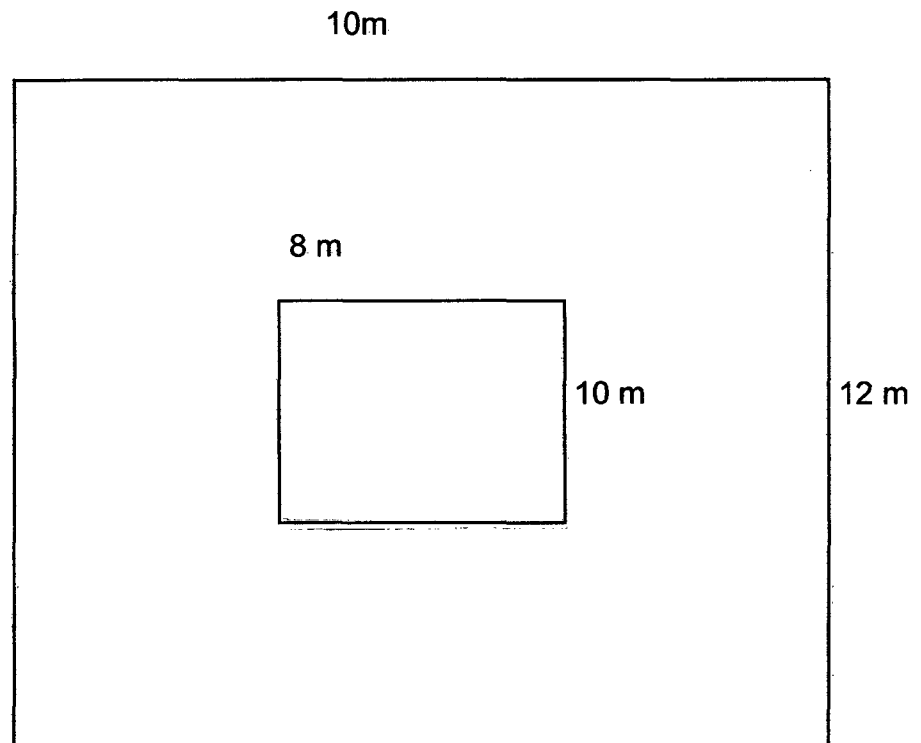


Figura 4. Detalle de una parcela.



Figura 5. Vista del campo experimental antes de realizar el trabajo de tesis.



Figura 6. Vista del desmalezamiento a 25 cm de altura aproximadamente, del campo experimental antes de realizar el trabajo de tesis.



Figura 7. Vista del rótulo del trabajo de tesis.



Figura 8. Vista del testigo absoluto.

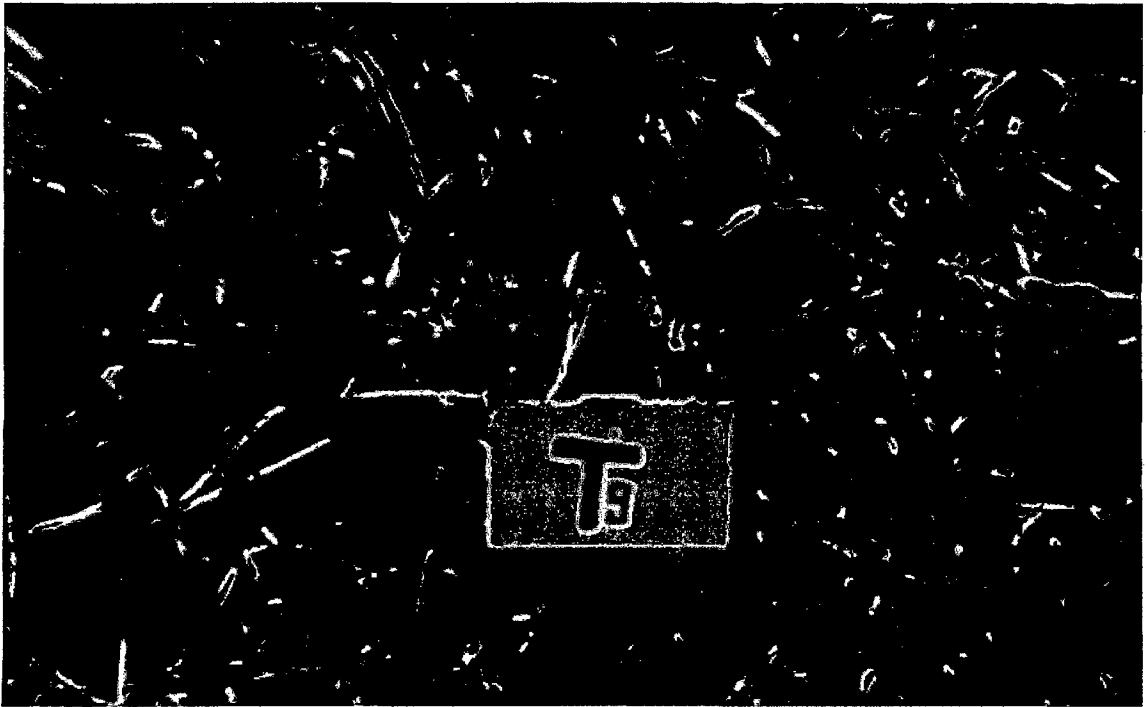


Figura 9. Vista de quemaduras producidas por la aplicación de un herbicida de doble acción.

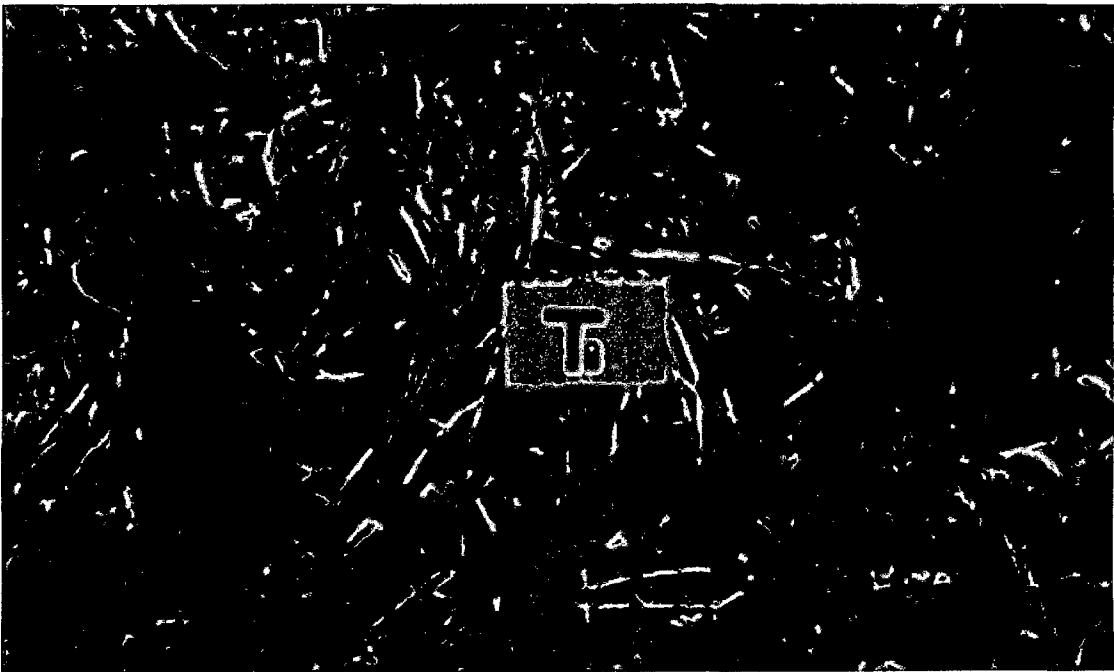


Figura 10. Vista de quemaduras producidas por la aplicación de un herbicida sistémico.